(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 3 月 13 日(13.03.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/038360 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/17 (2006.01) *G09F 9/37* (2006.01)
G02B 3/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/071884

(22) 国際出願日: 2013 年 8 月 13 日(13.08.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-197950 2012 年 9 月 7 日(07.09.2012) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社(FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布２丁目２６番３０号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 有冨 隆志 (ARIDOMI, Takashi); 〒4188666 静岡県富士宮市大中里２００番地 富士フイルム株式会社内 Shizuoka (JP). 福重 裕一 (FUKUSHIGE, Yuuichi); 〒4188666 静岡県富士宮市大中里２００番地 富士フイルム株式会社内 Shizuoka (JP). 樋口 聡 (HIGUCHI, Satoshi); 〒4188666 静岡県富士宮市大中里２００番地 富士フイルム株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 中島 淳, 外(NAKAJIMA, Jun et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿４丁目３番１７号 ＨＫ新宿ビル７階 太陽国際特許事務所 Tokyo (JP).

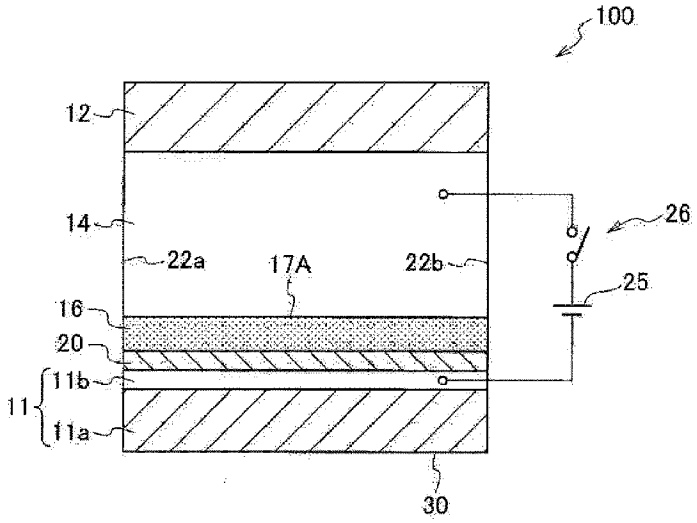
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: OPTICAL ELEMENT AND IMAGE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称 : 光学素子及び画像表示装置



(57) **Abstract**: An optical element comprises a cell having: a first substrate whereof at least part of at least one surface is electrically conductive; a second substrate that is arranged facing the electrically conductive surface of the aforementioned first substrate; an electrically conductive hydrophilic liquid and non-conductive oil arranged between the conductive surface of the aforementioned first substrate and the aforementioned second substrate; and a hydrophobic insulating film provided on at least part of the conductive surface side of the aforementioned first substrate, that is in contact with the aforementioned oil, and that has a cross-linked structure derived from a siloxane compound having an unsaturated double bond. The shape of the interface of the aforementioned oil and the aforementioned hydrophilic liquid changes in accordance with the voltage applied between the aforementioned hydrophilic liquid and the conductive surface of the aforementioned first substrate.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/038360 A1

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）
— 補正された請求の範囲（条約第 19 条(1)）

光学素子は、少なくとも一方の表面の少なくとも一部が導電性である第１基板と、前記第１基板の導電性の表面に対向するように配置された第２基板と、前記第１基板の導電性の表面と前記第２基板との間に設けられた、非導電性のオイル及び導電性の親水性液体と、前記第１基板の導電性の表面側の少なくとも一部に設けられ、前記オイルと接触し、不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する疎水性絶縁膜と、を有するセルを備え、前記親水性液体と前記第１基板の導電性の表面との間に印加された電圧に応じ、前記オイルと前記親水性液体との界面の形状が変化する。

明　細　書

発明の名称 ： 光学素子及び画像表示装置

技術分野

[0001] 本発明は、光学素子及び画像表示装置に関する。

背景技術

[0002] 従来より、互いに混じり合わない２種以上の液体（例えば、オイル及び親水性液体）を含むセルを備え、電圧の印加により動作（駆動）する光学素子に関する検討が行われている。このような光学素子としては、例えば、光シャッター、可変焦点レンズ、光ピックアップレンズ、画像表示装置（３Ｄ画像表示装置を含む）、サイネージ、光変調装置、ポンプシステム等が挙げられる。

近年では、上記光学素子として、特に、エレクトロウェッティング現象を利用した光学素子が注目されている。

[0003] エレクトロウェッティング現象を利用した光学素子として、例えば、互いに対向配置された第一基板及び第二基板と、前記第二基板の対向面側に格子構造で配置されて、複数の画素ユニットを定義する複数の突起と、隣り合う２つの突起の間の画素ユニットに封入された非導電性な第一流体と、前記第一流体と前記第一基板の間に封入され、且つ前記第一流体と互いに混和しない導電性又は極性液体である第二流体と、を備え、前記画素ユニットが、所定の配置で設けられた共通信号ライン、積蓄容量、及び薄膜トランジスタを含む構成のエレクトロウェッティングディスプレイ（画像表示装置）が知られている（例えば、特開２００９－８６６６８号公報参照）。

また、マスクを通過する光量の変化により表示の切り替えを行う表示素子であって、第１と第２の支持体と、前記第１と第２の支持体間に形成された空間内に密閉され互いに混合することのない第１の液体及び導電性または有極性の第２の液体とを有し、該第２の液体への電圧の印加により前記第１の液体と前記第２の液体との界面形状を変化させ、マスクを通過する光量の調

節を行う表示素子が知られている（例えば、特開２０００－３５６７５０号公報参照）。

また、表示装置最下層を構成する第一基材、該第一基材の上に設けられた第一電極、該第一電極の上に設けられた絶縁層、該絶縁層の上に設けられた第二電極、該第二電極を間隔を置いて取り囲むキャビティ仕切り、該キャビティ仕切りの上に設けられた最上層を構成する第二基材と、該キャビティ仕切り内に封入された着色液滴とからなる表示装置において、該着色液滴の球状復帰を促進するための第三電極を設けた表示装置が知られている（例えば、特開２００４－２５２４４４号公報参照）。

[0004] また、エレクトロウェッティング現象を利用した光学素子としては、導電性の第１の液体が充填されたチャンバと、該チャンバの絶縁壁の第１の表面の接触域上に配置されており、前記第１の液体と混和せず、かつ該第１の液体と異なる屈折率及び実質的に同じ密度を有している絶縁性の第２の液体の液滴と、前記第１の液体と前記絶縁壁の第２の表面上に配置された電極との間に電圧を印加するように構成された電圧源と電圧が印加される間に前記液滴の縁部の心合わせを維持しかつその形状を制御するための心合わせ手段と、を備えた可変焦点レンズも知られている（例えば、特表２００１－５１９５３９号公報参照）。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、互いに混じり合わない２種以上の液体（例えばオイル及び親水性液体）を含むセルを備えた光学素子では、セル内面にオイルと接触する疎水性絶縁膜が設けられており、この疎水性絶縁膜を挟んで親水性液体とセル内面との間に電圧が印加される。これにより、疎水性絶縁膜表面に電荷が発生し、この電荷によってオイルと親水性液体との界面の形状が変化して光学素子が駆動する。この際、オイルが疎水性絶縁膜上に均一に存在していることが、セルの生産性および、光学素子の駆動に際して重要な要素である。

これまで、光学素子の疎水性絶縁膜としては線状のフルオロポリマーが用

いられていることが記載されている（例えば上記特開２００９－８６６６８号公報、特開２０００－３５６７５０号公報、特開２００４－２５２４４４号公報、及び特表２００１－５１９５３９号公報）。

[0006] しかし、一般にフルオロポリマーは撥水性に優れると同時に、撥油性にも優れる傾向があり、この撥油性に起因して疎水性絶縁膜上のオイルの濡れ広がり性が不十分となり、ひいては均一にオイルが濡れ広がらず、オイルの膜厚に差が生じることにより光学素子の駆動性が不安定となる場合があった。そこで、よりオイルの濡れ広がり性に優れた素材が求められている。

また、撥水性を有する元素として、フッ素の他にはケイ素が用いられることが多い。一般に、ケイ素を含む素材は、フッ素を含む素材に比べて耐久性に劣ることから、耐久性を向上させる手段が求められている。

本発明は上記に鑑みなされたものであり、フルオロポリマー同等の撥水性を確保しつつオイルの濡れ広がり性に優れ、かつ、耐久性にも優れた疎水性絶縁膜を備えた光学素子及び画像表示装置を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 前記課題を達成するための具体的手段は以下の通りである。

＜１＞ 少なくとも一方の表面の少なくとも一部が導電性である第１基板と、前記第１基板の導電性の表面に対向するように配置された第２基板と、前記第１基板の導電性の表面と前記第２基板との間に設けられた、非導電性のオイル及び導電性の親水性液体と、前記第１基板の導電性の表面側の少なくとも一部に設けられ、前記オイルと接触し、不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する疎水性絶縁膜と、を有するセルを備え、前記親水性液体と前記第１基板の導電性の表面との間に印加された電圧に応じ、前記オイルと前記親水性液体との界面の形状が変化する光学素子である。

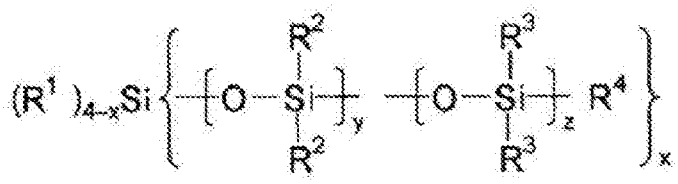
[0008] ＜２＞ 前記電圧に応じ、前記オイルと前記疎水性絶縁膜との接触面積が変化する＜１＞に記載の光学素子である。

＜３＞ 前記疎水性絶縁膜は、前記シロキサン化合物を含有する硬化性組成

物を硬化させることにより作製され、該シロキサン化合物の重合により形成された架橋構造を有する＜１＞または＜２＞に記載の光学素子である。

[0009] ＜４＞　前記シロキサン化合物が、一般式（１）で表される化合物である＜１＞～＜３＞のいずれか１つに記載の光学素子である。

[0010] [化1]



一般式(1)

[0011]　一般式（１）中、Ｒ[1]～Ｒ[4]は、それぞれ独立に、炭素数１～２０の有機基を表す。但し、Ｒ[1]、Ｒ[3]、及びＲ[4]のうち少なくとも１つは、不飽和二重結合を有する基である。Ｒ[1]～Ｒ[4]が複数存在する場合には、複数存在するＲ[1]～Ｒ[4]は同一であっても異なっていてもよい。ｘは１≦ｘ≦４を満たす整数を表し、ｙは１０≦ｙ≦５００を満たす整数を表し、ｚは０≦ｚ≦５００を満たす整数を表す。一般式（１）中、ｙ個の－ＯＳｉ（Ｒ[2]）$_2$－とｚ個の－ＯＳｉ（Ｒ[3]）$_2$－とからなる部位は、ランダム共重合により形成された部位であってもブロック共重合により形成された部位であってもよい。

[0012] ＜５＞　＜１＞～＜４＞のいずれか１つに記載の光学素子を有する画素を備え、前記オイルが色材を含有する画像表示装置である。

発明の効果

[0013]　本発明によれば、フルオロポリマー同等の撥水性を確保しつつオイルの濡れ広がり性に優れ、かつ、耐久性にも優れた疎水性絶縁膜を備えた光学素子及び画像表示装置を提供する光学素子及び画像表示装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の第１の実施形態（電圧オフ状態）を概念的に示す概略断面図で

ある。

[図2]本発明の第１の実施形態（電圧オン状態）を概念的に示す概略断面図である。

[図3]本発明の第２の実施形態（電圧オフ状態及び電圧オン状態）を概念的に示す概略断面図である。

[図4]本実施例に用いたテストセルを概念的に示す概略断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明の光学素子及び画像表示装置について詳細に説明する。

[0016] ≪光学素子≫

本発明の光学素子は、少なくとも一方の表面の少なくとも一部が導電性である第１基板と、前記第１基板の導電性の表面に対向するように配置された第２基板と、前記第１基板の導電性の表面と前記第２基板との間に設けられた、非導電性のオイル及び導電性の親水性液体と、前記第１基板の導電性の表面側の少なくとも一部に設けられ、前記オイルと接触し、不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する疎水性絶縁膜と、を有するセルを備え、前記親水性液体と前記第１基板の導電性の表面との間に印加された電圧に応じ、前記オイルと前記親水性液体との界面の形状が変化する。

[0017] 本発明の光学素子では、導電性の親水性液体と前記第１基板の導電性の表面との間に（即ち、疎水性絶縁膜を介して）電圧が印加される。印加された電圧が所定のしきい値を超えると、疎水性絶縁膜の表面に電荷が生じる。この電荷によって、導電性の親水性液体が疎水性絶縁膜に接近し（更に好ましくは、導電性の親水性液体が、疎水性絶縁膜に接していたオイルを押しのけて疎水性絶縁膜に接触し）、これによりオイルと親水性液体との界面の形状が変化し、光学素子が動作（駆動）する。

[0018] 従来の光学素子でも、上記と同様にして駆動する光学素子があった。

しかしながら、従来の光学素子では、撥水性絶縁膜に用いられるフルオロポリマーは撥水性に優れると同時に、撥油性にも優れる傾向があることから

、疎水性絶縁膜上のオイルの濡れ広がり性が不十分となり、ひいては均一にオイルが濡れ広がらず、オイルの膜厚に差が生じることにより光学素子の駆動性が不安定となったりする場合があることが判明した。

また、撥水性を有する素材としてフッ素原子のほかにケイ素原子が用いられることが多いが、一般的にケイ素原子を用いた素材はフッ素原子を用いた素材と比較し、膜耐久性に劣る傾向があることが判明した。

この点に関し本発明の光学素子では、疎水性絶縁膜が不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する構成としているため、フルオロポリマー同等の撥水性を維持しつつ、親油性に優れている。また、不飽和二重結合を有することから、光硬化を行うことにより、ケイ素原子を用いる際に懸念される耐久性を確保することができる。

従って、本発明によれば、フルオロポリマーを含む従来使用の疎水性絶縁膜と同等の撥水性能を有しつつ、オイルの濡れ広がり性に優れ、かつ、耐久性に優れた疎水性絶縁膜を備えた光学素子を提供することが出来る。

[0019] 本発明において、前記界面形状（及び、好ましくは前記オイルと前記疎水性絶縁膜との接触面積）を変化させるために、親水性液体と第１基板の導電性の表面との間に印加される電圧（駆動電圧）には特に限定はないが、例えば、１Ｖ～２５Ｖ（好ましくは１Ｖ～２０Ｖ）の間で任意に設定できる。

また、前記駆動電圧は、直流電圧であってもよいし、交流電圧であってもよい。

[0020] 本発明の光学素子は上記構成を備えるかぎり、その用途には特に制限はない。

例えば、本発明の光学素子は、特開２０００－３５６７９２号公報などに記載の光シャッター、特開２００１－０１３３０６号公報、特表２００１－５１９５３９号公報、特開２００８－９６９５３号公報などに記載の可変焦点レンズ、特表２００７－５３０９９７号公報に記載の光ピックアップレンズ、特開２００９－８６６６８号公報、特開平１０－３９８００号公報、特表２００５－５１７９９３号公報、特表２００７－５３１９１７号公報、特

開２００４－２５２４４４号公報、特開２００４－２８７００８号公報などに記載のディスプレイやサイネージ、特表２００５－５０６７７８号公報などに記載の３Ｄディスプレイ、特開２０１０－７９２９７号公報などに記載の光変調装置、米国特許第２０１１／００８３９６４号明細書などに記載のポンプシステムなどに好ましく適用できる。

本発明の光学素子は、エレクトロウェッティング現象によって動作するエレクトロウェッティング素子であることが好ましい。エレクトロウェッティング現象については公知であり、その詳細は、上記の各公報にされているとおりである。

[0021] 以下、本発明の光学素子の実施形態について、図１～図３を参照しながら説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

[0022] ＜第１の実施形態＞

図１及び図２は、本発明の光学素子の第１の実施形態を概念的に示す概略断面図である。この第１の実施形態は、本発明の光学素子を画像表示装置の画素として用いる場合に好適な実施形態である。

図１は、光学素子１００の電圧オフ状態（電圧無印加状態。以下同じ。）を示しており、図２は、同じ光学素子１００の電圧オン状態（電圧印加状態。以下同じ。）を示している。

図１及び図２に示すように、光学素子１００は、基板１１（第１基板）に設けられた疎水性絶縁膜２０と基板１２（第２基板）との間であって、側面２２ａ及び側面２２ｂによって区画された領域内に、親水性液体１４及びオイル１６が設けられたセル３０を有する構成となっている。

ここで、側面２２ａ及び側面２２ｂのそれぞれは、例えば隔壁の側面として構成される。図１及び図２では、疎水性絶縁膜２０、基板１２（第２基板）、側面２２ａ、及び側面２２ｂによって閉じた空間が形成されているが、本発明はこの形態には限定されない。例えば、側面２２ａ及び側面２２ｂの一部（好ましくは基板１２（第２基板）側の一部）が開放されていてもよい（後述の図３中の側面１２２ａ及び側面１２２ｂについても同様である）。

[0023] 基板１１（第１基板）は、基板１１ａと、基板１１ａに設けられた導電膜１１ｂとからなるものである。この導電膜１１ｂは、導電膜１１ｂと親水性液体１４との間に電圧を印加するための一方の電極として機能する。

光学素子１００では、この導電膜１１ｂに接するようにして疎水性絶縁膜２０が設けられている。この疎水性絶縁膜２０は、不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する疎水性絶縁膜架橋構造を有する。

[0024] 親水性液体１４及びオイル１６は互いに混じり合わない液体であり、界面１７Ａ又は界面１７Ｂを境に互いに分離している。

図１及び図２では、電圧オフ状態における親水性液体１４とオイル１６との界面を界面１７Ａ（図１）とし、電圧オン状態における親水性液体１４とオイル１６との界面を界面１７Ｂ（図２）としている。

[0025] 更に、この光学素子１００には、導電膜１１ｂと親水性液体１４との間に電圧を印加するための電源２５（電圧印加手段）及びこの電圧をオン／オフするためのスイッチ２６が設けられている。

この実施形態では、親水性液体１４への電圧（電位）の印加は、親水性液体１４中に差し込まれた電極によって行われる。但し本発明はこの形態には限定されず、基板１２（第２基板）の親水性液体１４に接する側の表面が導電性を有する構成（例えば、基板１２（第２基板）の親水性液体１４に接する側に導電膜が存在する構成）でもよく、この導電性の表面（例えば導電膜）に電圧（電位）を印加することにより、親水性液体１４への電圧（電位）の印加を行ってもよい。

[0026] 次に、光学素子１００の動作（電圧オフ状態及び電圧オン状態）について説明する。

図１に示すように、電圧オフ状態では、疎水性絶縁膜２０とオイル１６との親和性が高いことから、疎水性絶縁膜２０の全面にオイル１６が接した状態となっている。

光学素子１００に対し電圧が印加されると、親水性液体１４とオイル１６

との界面が、界面１７Ａ（図１）から界面１７Ｂ（図２）のように変形し、疎水性絶縁膜２０とオイル１６との接触面積が減少し、オイル１６がセルの端に移動する。この現象は前述のとおり、電圧印加により疎水性絶縁膜２０の表面に電荷が発生し、この電荷によって、親水性液体１４が、疎水性絶縁膜２０に接していたオイル１６を押しのけて疎水性絶縁膜２０に接触するために生じる現象である。

光学素子１００は、図２における電圧をオフ状態とすると、再び図１の状態に戻る。

光学素子１００では、上記図１及び図２に示した動作が繰り返し行われるが、疎水性絶縁膜２０が不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有していることから、隔壁の基板へのより強く密着することから、耐久性に優れる疎水性絶縁膜２０の劣化が抑制される。

[0027] 本発明の光学素子の第１の実施形態について図１及び図２を参照して説明したが、本発明はこの実施形態に限定されるものではない。

例えば、図１及び図２では、導電膜１１ｂが基板１１（第１基板）表面の全体に渡って設けられているが、導電膜が基板（第１基板）表面の一部にのみ設けられた形態であってもよい。

また、前述のとおり、基板１１（第１基板）に導電膜１１ｂが存在することに加え、基板１２（第２基板）の親水性液体１４に接する側にも導電膜が存在していてもよい。

[0028] 上記実施形態において、オイル１６に色材の少なくとも１種を含有させて該オイル１６を所望の色（例えば、黒、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、イエロー等）に着色することにより、光学素子１００を、エレクトロウェッティング画像表示装置（以下、単に「画像表示装置」ともいう）の一画素として用いることができる。この場合、オイル１６が、例えば、画素のオン状態及びオフ状態を切り替える光シャッターとして機能する。詳細な機能については、例えば、既述の各公報に記載されているとおりである。この場合の画像表示装置は、透過型、反射型、半透過型のいずれの方式の画像表示装置で

あってもよい。

光学素子１００を画像表示装置の一画素とする場合、基板表面を隔壁によって例えば格子状に区画し、区画された一領域を一画素とすることができる。このとき、導電膜１１ｂは、一画素ごとに独立してパターニングされた膜であってもよいし（例えば、アクティブマトリクス型の画像表示装置の場合など）、複数画素にまたがるストライプ状にパターニングされた膜であってもよい（例えば、パッシブマトリクス型の画像表示装置の場合など）。

また、光学素子１００を画像表示装置の一画素とする場合、側面２２ａ及び２２ｂの基板１２（第２基板）側の一部が開放され、疎水性絶縁膜２０と基板１２（第２基板）との間の空間が、複数画素に渡って連通されていてもよい。

[0029] また、光学素子１００を画像表示装置の一画素とする場合、基板１１ａ及び基板１２（第２基板）として、ガラス、プラスチック（ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等）等の光透過性を有する基板を用い、かつ、導電膜１１ｂ及び疎水性絶縁膜２０としても光透過性を有する膜を用いることにより、透過型の画像表示装置の画素とすることができる。この透過型の画像表示装置の画素において、セル外部に反射板を設けることで、反射型の画像表示装置の画素とすることもできる。

また、導電膜１１ｂとして、反射板としての機能を兼ね備えた膜（例えば、ＡＩ膜、ＡＩ合金膜などの金属膜）を用いたり、基板１１ａとして、反射板としての機能を兼ね備えた基板（例えば、ＡＩ基板、ＡＩ合金基板などの金属基板）を用いたりすることで、反射型の画像表示装置の画素とすることもできる。

なお、第１基板の両面に導電性の部分が設けられている場合は、それぞれの面に対向するように２つ第２基板を設けてもよい。

[0030] 本実施形態における光学素子１００を画像表示装置の一画素として用いる場合、セルや画像表示装置のその他の構成は、例えば特開２００９－８６６８号公報、特開平１０－３９８００、特表２００５－５１７９９３、特開

２００４－２５２４４４、特開２００４－２８７００８、特表２００５－５０６７７８、特表２００７－５３１９１７号公報、特開２００９－８６６６８号公報等に記載の公知の構成とすることができる。また、公知のアクティブマトリクス型又はパッシブマトリクス型の液晶表示装置の構成も参照することができる。

[0031] ＜第２の実施形態＞

図３は、本発明の光学素子の第２の実施形態を概念的に示す概略断面図である。

この第２の実施形態は、本発明の光学素子を可変焦点レンズとして用いる場合に好適な実施形態である。

図３に示すように、光学素子２００は、上記光学素子１００と同様に、基板１１１（第１基板）に設けられた疎水性絶縁膜１２０と基板１１２（第２基板）との間であって、側面１２２ａ及び側面１２２ｂによって区画された領域内に、親水性液体１１４及びオイル１１６が設けられたセル１３０を有する構成となっている。図３では図示を省略しているが、光学素子２００には、光学素子１００と同様に、電源及びスイッチが接続されている。

[0032] 光学素子２００の構成は、以下の点を除き、光学素子１００の構成と同様である。

即ち、疎水性絶縁膜１２０の表面は、中央部（好ましくは円形状の領域）を除いた外周部１２０ａに親水性処理が施されている。これにより、オイル１１６が疎水性絶縁膜１２０の表面の前記中央部（好ましくは円形状の領域）のみに接触することで、電圧オフ状態において、オイル１１６と親水性液体１１４との界面１１７Ａが曲面状となっている。

更に、基板１１１（第１の基板）は、基板１１１ａと、該基板１１１ａの表面の中央部（好ましくは円形状の領域）が露出するようにパターニングされた導電膜１１１ｂとから構成されている。ここで、導電膜１１１ｂは、基板１１１ａの表面に対して垂直な方向からみたときに、電圧オフ状態におけるオイル１１６と疎水性絶縁膜１２０との接触領域内にパターンエッジが位

置するようにパターニングされている。

光学素子２００において、基板１１１（第１基板）、疎水性絶縁膜１２０、オイル１１６、親水性液体１１４、及び基板１１２（第２基板）は、光透過性を有している。

これにより、オイル１１６がレンズとして機能する。

[0033] 図３では、電圧オフ状態におけるオイル１１６と親水性液体１１４との界面を界面１１７Ａとし、電圧オン状態におけるオイル１１６と親水性液体１１４との界面を界面１１７Ｂとしている。

図３に示すように、電圧オフ状態においてオイル１１６と親水性液体１１４との界面は既に所定の曲率を有しているが（界面１１７Ａ）、電圧オン状態となると、界面の曲率が更に大きくなる（界面１１７Ｂ）。この理由は、第１の実施形態と同様に、電圧が印加されると、疎水性絶縁膜１２０表面（オイル１１６との接触面）に電荷が発生するためである。

このようにして、電圧印加により、オイル１１６と親水性液体１１４との界面の曲率を変化させることができ、レンズとしてのオイル１１６の焦点距離を変化させることができる。

[0034] 光学素子２００においても、電圧オン及び電圧オフが繰り返されることにより、疎水性絶縁膜１２０表面における電荷の発生及び消滅が繰り返される。

ここでも、疎水性絶縁膜１２０が不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有していることから、繰り返し駆動時の疎水性絶縁膜１２０の劣化が抑制される。

[0035] 前記光学素子２００は、オイル１１６を可変焦点レンズとして用いる場合の一例に過ぎず、その構成については種々の変更が可能である。例えば、外周部１２０ａに親水性処理を施さず、疎水性絶縁膜１２０の表面全体にオイル１１６を接触させ、かつ、側面１２２ａ及び１２２ｂにも導電膜及び疎水性絶縁膜を設けた形態に変更すれば、疎水性絶縁膜１２０とオイル１１６との接触面積を変えずに、親水性液体１１４とオイル１１６との界面の形（レ

ンズの焦点距離）のみを変化させることができる。

光学素子を可変焦点レンズとして用いる場合の具体的な構成については、例えば、特許第４１５４８５８号公報、特開２００１－０１３３０６号公報、特表２００１－５１９５３９号公報、特開２００８－９６９５３号公報等に記載の公知の構成を参照することができる。

[0036] 次に、本発明の光学素子に用いられる各部材や材料について説明する。

[0037] ＜疎水性絶縁膜＞

本発明における疎水性絶縁膜は、第１基板の導電性の表面側の少なくとも一部に設けられる膜であり、オイルと接触する膜である。

本発明における「疎水性」には特に限定はないが、例えば水接触角が６０°以上（好ましくは７０°以上、より好ましくは８０°以上）である性質を指す。

前記水接触角は、具体的にはＪＩＳ　Ｒ３２５７「基板ガラス表面のぬれ性試験方法」内の「６．静滴法」に記載された方法が適用される。

より具体的には、接触角測定器（協和界面科学（株）製の接触角計ＣＡ－Ａ）を用い、２０メモリの大きさの水滴をつくり、針先から水滴を出して、疎水性絶縁膜に接触させて水滴を形成し、１０秒静置後、接触角計の覗き穴から水滴の形状を観察し、２５℃における接触角θを求める。

[0038] また、本発明における「絶縁」には特に限定はないが、例えば、比抵抗が10^{7}Ω・ｃｍ以上（好ましくは10^{8}Ω・ｃｍ以上、より好ましくは10^{9}Ω・ｃｍ以上）である性質を指す。

[0039] 前記疎水性絶縁膜は、不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する。これにより、疎水性絶縁膜が架橋構造を有しない場合（例えば、疎水性絶縁膜に含まれるポリマーとして線状ポリマーのみを用いた場合）と比較して、パターニング可能となり、必要なところのみ疎水性絶縁膜が作成できることから、隔壁が基板に密着できるよう設計でき、ＥＷＤセルの耐久性に優れる。

前記架橋構造は、不飽和二重結合を有する多官能性化合物の少なくとも１

種を（必要に応じ他のモノマーとともに）重合させることにより好適に形成される。

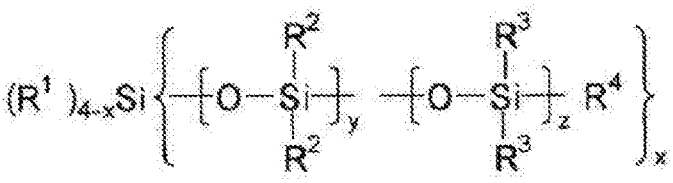
[0040]（不飽和二重結合を有するシロキサン化合物）

本発明における疎水性絶縁膜は、不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する。

この架橋構造を有する疎水性絶縁膜は、例えば、不飽和二重結合を有するシロキサン化合物（好ましくは不飽和二重結合を有するポリシロキサン化合物）を含有する硬化性組成物を硬化させることによって形成することができる。この不飽和二重結合を有するシロキサン化合物は、添加量を適宜調節することにより、シロキサン成分の導入量を自在に制御することができる。

不飽和二重結合を有するシロキサン化合物としては、下記一般式（１）で表される化合物（以下、「一般式（１）で表されるポリシロキサン化合物」ともいう）ことが好ましい。

[0041] [化2]



一般式(1)

[0042] 一般式（１）中、Ｒ[1]～Ｒ[4]は、それぞれ独立に、炭素数１～２０の有機基を表す。但し、Ｒ[1]、Ｒ[3]、及びＲ[4]のうち少なくとも１つは、不飽和二重結合を有する基である。Ｒ[1]～Ｒ[4]が複数存在する場合には、複数存在するＲ[1]～Ｒ[4]は同一であっても異なっていてもよい。ｘは１≦ｘ≦４を満たす整数を表し、ｙは１０≦ｙ≦５００を満たす整数を表し、ｚは０≦ｚ≦５００を満たす整数を表す。一般式（１）中、ｙ個の－ＯＳｉ（Ｒ[2]）$_2$－とｚ個の－ＯＳｉ（Ｒ[3]）$_2$－とを含む部位は、ランダム共重合により形成された部位であってもブロック共重合により形成された部位であってもよい。

[0043] 前記不飽和二重結合を有する基としては、例えば、（メタ）アクリロイル

基を有する基、アリル基を有する基等が挙げられる。

ここで、（メタ）アクリロイル基は、アクリロイル基又はメタクリロイル基を表す。

前記不飽和二重結合を有する基として、より好ましくは、（メタ）アクリロイルオキシアルキル基または（メタ）アクリロイルアミノアルキル基である。

[0044] 一般式（１）において、R^2は、炭素数１～２０（好ましくは炭素数１～１０）の置換又は無置換の有機基であり、好ましくは、炭素数１～１０のアルキル基（例えばメチル基、エチル基、ヘキシル基等）、炭素数１～１０のフッ素化アルキル基（トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基等）又は炭素数６～２０のアリール基（例えばフェニル基、ナフチル基等）であり、より好ましくは炭素数１～５のアルキル基、炭素数１～５のフッ素化アルキル基又はフェニル基であり、特に好ましくはメチル基である。

[0045] 一般式（１）において、R^1、R^3、及びR^4は、それぞれ独立に、不飽和二重結合を有していてもよい炭素数１～２０（好ましくは炭素数１～１０）の置換又は無置換の有機基であり、好ましくは、炭素数１～１０のアルキル基（例えばメチル基、エチル基、ヘキシル基等）、炭素数１～１０のフッ素化アルキル基（トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基等）、炭素数６～２０のアリール基（例えばフェニル基、ナフチル基等）、炭素数１～１０の（メタ）アクリロイルオキシアルキル基、または炭素数１～１０の（メタ）アクリロイルアミノアルキル基であり、より好ましくは炭素数１～５のアルキル基、炭素数１～５のフッ素化アルキル基、フェニル基、炭素数１～１０の（メタ）アクリロイルオキシアルキル基、または炭素数１～１０の（メタ）アクリロイルアミノアルキル基であり、特に好ましくはメチル基、炭素数１～１０の（メタ）アクリロイルオキシアルキル基、または炭素数１～１０の（メタ）アクリロイルアミノアルキル基である。

但し、R^1、R^3、及びR^4の少なくとも１つは、不飽和二重結合を有する基（好ましくは、（メタ）アクリロイルオキシアルキル基又は（メタ）アクリ

ロイルアミノアルキル基）である。

[0046] ｘは１≦ｘ≦４を満たす整数を表す。

ｙは１０≦ｙ≦５００を満たす整数を表し、好ましくは５０≦ｙ≦４００を満たす整数であり、特に好ましくは１００≦ｙ≦３００を満たす整数である。

ｚは０≦ｚ≦５００を満たす整数を表し、好ましくは０≦ｚ≦ｙを満たす整数であり、特に好ましくは０≦ｚ≦０．５ｙを満たす整数である。

[0047] 一般式（１）中、ｙ個のシロキサン単位（即ち、－ＯＳｉ（Ｒ^{2}）$_{2}$－）とｚ個のシロキサン単位（即ち、－ＯＳｉ（Ｒ^{3}）$_{2}$－）とからなる部位は、これらの単位を形成するためのモノマーのランダム共重合により形成された部位であってもよいし、これらの単位を形成するためのモノマーのブロック共重合により形成された部位であってもよい。また、当該部位は、ｙ個のシロキサン単位（即ち、－ＯＳｉ（Ｒ^{2}）$_{2}$－）を形成するモノマーの単独重合によって形成された部位であってもよい（ｚが０の場合）。

[0048] 一般式（１）で表される化合物の重量平均分子量（Ｍｗ）は、１０^{3}～１０^{6}であることが好ましく、より好ましくは５×１０^{3}～５×１０^{5}であり、特に好ましくは１０^{4}～１０^{5}である。

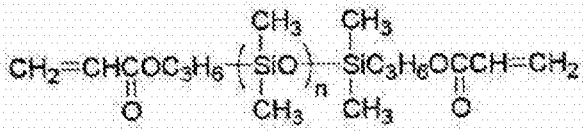
[0049] 上記一般式（１）で表される化合物は、市販されているもの、例えば“ＫＦ－１００Ｔ”、“Ｘ－２２－１６９ＡＳ”、“ＫＦ－１０２”、“Ｘ－２２－３７０１ＩＥ”、“Ｘ－２２－１６４Ｂ”、“Ｘ－２２－５００２”、“Ｘ－２２－１７３Ｂ”、“Ｘ－２２－１７４Ｄ”、“Ｘ－２２－１６７Ｂ”、“Ｘ－２２－１６１ＡＳ”｛（商品名）、以上信越化学工業（株）製｝；“ＡＫ－５”、“ＡＫ－３０”、“ＡＫ－３２”｛（商品名）、以上東亜合成（株）製｝；「サイラプレーンＦＭ０２７５」、「サイラプレーンＦＭ０７２１」｛（商品名）、以上ＪＮＣ（株）製｝、「ＴＥＧＯ Ｒａｄ２０１０」、「ＴＥＧＯ Ｒａｄ２０１１」、「ＴＥＧＯ Ｒａｄ２１００」、「ＴＥＧＯ Ｒａｄ２２００Ｎ」、「ＴＥＧＯ Ｒａｄ２２５０」、「ＴＥＧＯ Ｒａｄ２３００」、「ＴＥＧＯ Ｒａｄ２５００」、「ＴＥＧＯ Ｒ

ａｄ２６００」、「ＴＥＧＯ　Ｒａｄ２７００」｛（商品名）、以上エボニックデグサジャパン（株）製｝等を用いることもでき、　また市販の水酸基、アミノ基、メルカプト基等の反応性基を有するポリシロキサン化合物に対して不飽和二重結合を導入する等の手法によって合成することもできる。

[0050] 以下に、一般式（１）で表されるポリシロキサン化合物の好ましい例を示すが、本発明はこれらに限定されるものではない。

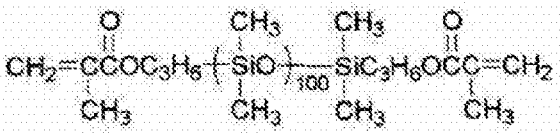
[0051]

[化3]

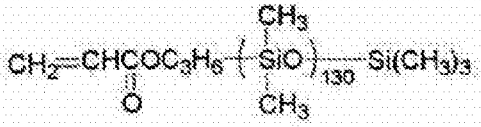


	n
S-(1)	50
S-(2)	100
S-(3)	200
S-(4)	500

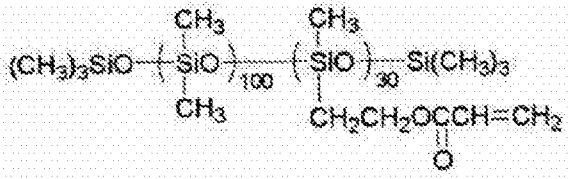
S-(5)



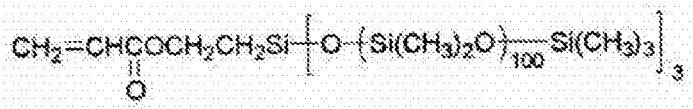
S-(6)



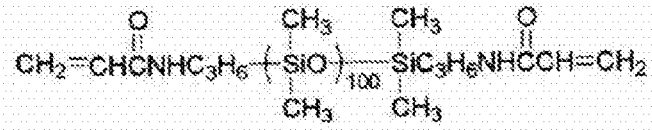
S-(7)



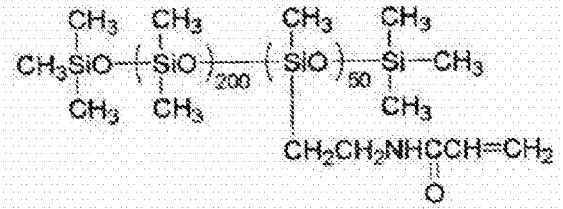
S-(8)



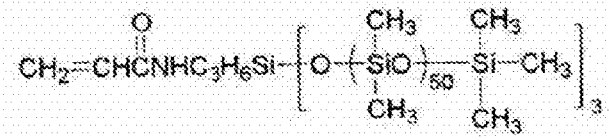
S-(9)



S-(10)

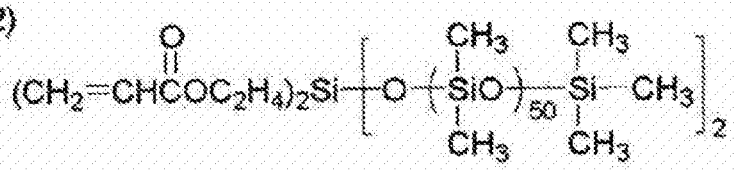


S-(11)

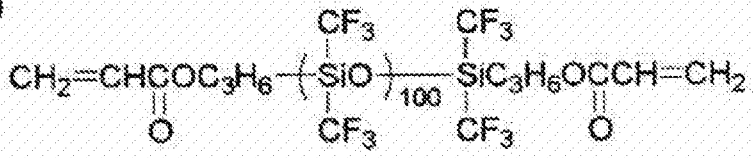


[0052] [化4]

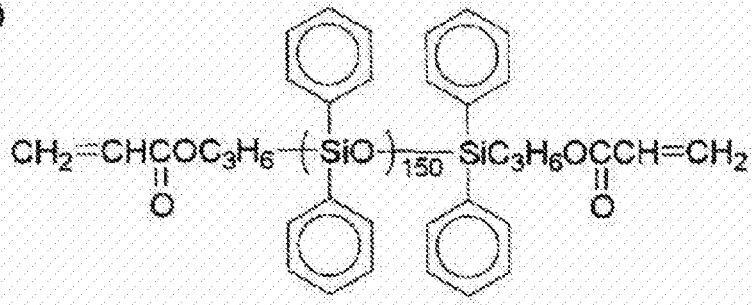
S-(12)



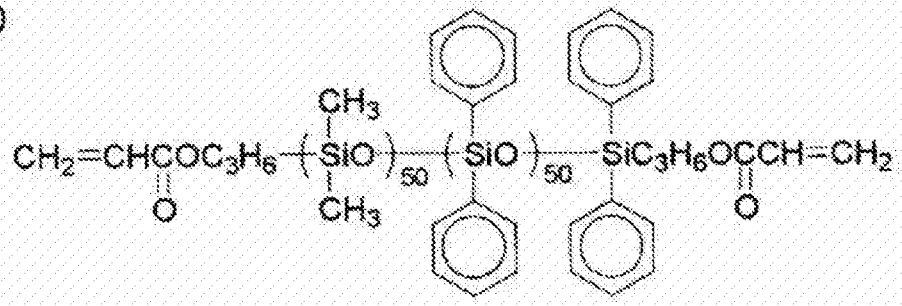
S-(13)



S-(14)



S-(15)



[0053] （不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する重合体）

前記不飽和二重結合を有するシロキサン化合物（好ましくはポリシロキサン化合物。以下同じ。）は種々の重合方法により重合させ、該シロキサン化合物に由来する重合体として疎水性絶縁膜に含有させることができる。重合に際しては、該シロキサン化合物を単独重合させても共重合させてもよく、さらには、該シロキサン化合物を架橋剤として用いてもよい。

[0054] 前記シロキサン化合物として前記一般式（１）で表される化合物を用いる場合、疎水性絶縁膜に含まれる重合体は、前記一般式（１）で表される化合

物の単独重合体であってもよいし、前記一般式（１）で表される化合物と他のモノマーとの共重合体であってもよい。

共重合させる他のモノマーとしては、公知慣用のモノマー類を使用することができるが、特に代表的なモノマーを例示すると、メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、プロピル（メタ）アクリレート、２，２，２－トリフルオロエチル（メタ）アクリレート、２，３－ペンタフルオロプロピル（メタ）アクリレート、１Ｈ，１Ｈ，５Ｈ－オクタフルオロペンチル（メタ）アクリレート、１Ｈ，１Ｈ，７Ｈ－ドデカフルオロヘプチル（メタ）アクリレート、１Ｈ，１Ｈ，９Ｈ－ヘキサデカフルオロノニル（メタ）アクリレート、２－（パーフルオロブチル）エチル（メタ）アクリレート、２－（パーフルオロヘキシル）エチル（メタ）アクリレート、２－（パーフルオロオクチル）エチル（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ（メタ）アクリレート、ステアリル（メタ）アクリレート、エチレングリコールジ（メタ）アクリレート、アリルアルコール、エチルアリルエーテル、α－フルオロアクリル酸メチルエステル、酢酸ビニル、エチルビニルケトン、ブチルビニルケトンなどのラジカル重合性のモノマー類が挙げられる。

ここで、（メタ）アクリレートは、アクリレートまたはメタクリレートを表す。

[0055] 前記シロキサン化合物の重合方法として、好ましくは、塊状重合または溶液重合が挙げられる。

重合の開始方法は、重合開始剤（例えばラジカル開始剤）を用いる方法、光または放射線を照射する方法、酸を加える方法、光酸発生剤を添加した後に光を照射する方法等がある。これらの重合方法、重合の開始方法は、例えば鶴田禎二著、「高分子合成方法」改訂版（日刊工業新聞社刊、１９７１年）や大津隆行・木下雅悦共著、「高分子合成の実験法」、化学同人、昭和４７年、１２４～１５４頁に記載されている。

[0056] （硬化性組成物）

本発明における疎水性絶縁膜は、前記シロキサン化合物を含有する硬化性組成物を用いて好適に作製される。

前記硬化性組成物に含まれる前記シロキサン化合物は、１種のみであっても２種以上であってもよい。

[0057] また、前記硬化性組成物は、更に、単官能性化合物を含んでいてもよい。

単官能性化合物としては特に限定はなく、公知の単官能モノマーを用いることができる。例えば、単官能性化合物としては、上述の共重合させる他のモノマーとして例示したものから単官能モノマーを適宜選択して用いることができる。

[0058] 前記硬化性組成物中における多官能性化合物の含有量（２種以上である場合には総含有量。以下同じ。）は特に制限はないが、硬化性の観点からは、硬化性組成物の全固形分に対し、３０質量％以上が好ましく、４０質量％以上がより好ましく、５０質量％以上が特に好ましい。ここで、全固形分とは溶剤を除いた全成分を指す。

また、前記硬化性組成物が、前記ポリシロキサン化合物の少なくとも１種として前記一般式（１）で表されるポリシロキサン化合物を含む場合、前記一般式（１）で表されるポリシロキサン化合物の含有量は、硬化性組成物の全固形分に対し、３０質量％以上が好ましく、４０質量％以上がより好ましく、５０質量％以上が特に好ましい。

[0059] 前記硬化性組成物は、更に、溶剤の少なくとも１種を含むことが好ましい。

前記溶剤としては、酢酸エチル、酢酸ブチル、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン、テトラヒドロフラン、ジオキサン、Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミド、ベンゼン、トルエン、アセトニトリル、塩化メチレン、クロロホルム、ジクロロエタン、メタノール、エタノール、１－プロパノール、２－プロパノール、１－ブタノール、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、シクロヘキサノン、シク

ロヘキサノール、乳酸エチル、乳酸メチル、カプロラクタムなどが挙げられる。

[0060] 前記硬化性組成物中における溶剤の含有量（２種以上である場合には総含有量）は、前記硬化性組成物の全質量に対し、２０質量％～９０質量％が好ましく、３０質量％～８０質量％がより好ましく、４０質量％～８０質量％が特に好ましい。

[0061] 前記硬化性組成物は、更に、重合開始剤の少なくとも１種を含むことが好ましい。

重合開始剤としては、熱及び光の少なくとも一方の作用によりラジカルを発生する重合開始剤が好ましい。

[0062] 熱の作用によりラジカル重合を開始する重合開始剤としては、有機あるいは無機過酸化物、有機アゾ及びジアゾ化合物等を用いることができる。

前記有機過酸化物としては、過酸化ベンゾイル、過酸化ハロゲンベンゾイル、過酸化ラウロイル、過酸化アセチル、過酸化ジブチル、クメンヒドロペルオキシド、ブチルヒドロペルオキシドが挙げられる。前記無機過酸化物として、過酸化水素、過硫酸アンモニウム、過硫酸カリウム等、有機アゾ化合物として２－アゾービス－イソブチロニトリル、２－アゾービス－プロピオニトリル、２－アゾービス－シクロヘキサンジニトリル等、ジアゾ化合物としてジアゾアミノベンゼン、ｐ－ニトロベンゼンジアゾニウムなどが挙げられる。

[0063] 光の作用によりラジカル重合を開始する重合開始剤としては、ヒドロキシアルキルフェノン類、アミノアルキルフェノン類、アセトフェノン類、ベンゾイン類、ベンゾフェノン類、ホスフィンオキシド類、ケタール類、アントラキノン類、チオキサントン類、アゾ化合物、過酸化物類、２，３－ジアルキルジオン化合物類、ジスルフィド化合物類、フルオロアミン化合物類や芳香族スルホニウム類などがある。

前記ヒドロキシアルキルフェノン類の例には、２－ヒドロキシ－２－メチル－１－フェニル－１－プロパン－１－オン、１－ヒドロキシ－シクロヘキ

シルーフェニルーケトン、１－［４－（２－ヒドロキシエトキシ）－フェニル］－２－ヒドロキシ－２－メチル－１－プロパン－１－オン、２－ヒロドキシ－１－｛４－［４－（２－ヒドロキシ－２－メチループロピオニル）－ベンジル］フェニル｝－２－メチループロパン－１－オン、１－ヒドロキシジメチルフェニルケトン、１－ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトンが含まれる。

前記アミノアルキルフェノン類の例には、２－ジメチルアミノ－２－（４－メチルベンジル）－１－（４－モルフォリン－４－イルフェニル）ブタン－１－オン、２－ベンジル－２－ジメチルアミノ－１－（４－モルフォリノフェニル）－ブタノン－１、２－メチル－１－（４－メチルチオフェニル）－２－モルフォリノプロパン－１－オンが含まれる。

前記アセトフェノン類の例には、２，２－ジエトキシアセトフェノン、ｐ－ジメチルアセトフェノンが含まれる。ベンゾイン類の例には、ベンゾインベンゼンスルホン酸エステル、ベンゾイントルエンスルホン酸エステル、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテルおよびベンゾインイソプロピルエーテルが含まれる。ベンゾフェノン類の例には、ベンゾフェノン、２，４－ジクロロベンゾフェノン、４，４－ジクロロベンゾフェノンおよびｐ－クロロベンゾフェノンが含まれる。ホスフィンオキシド類の例には、２，４，６－トリメチルベンゾイルジフェニルフォスフィンオキシドが含まれる。

また、これらの重合開始剤と併用して増感色素を用いることもできる。

[0064] 前記重合開始剤の含有量は特に制限されないが、硬化性組成物の全固形分に対して０．１～１５質量％が好ましく、より好ましくは０．５～１０質量％であり、特に好ましくは２～５質量％である。

[0065] 前記硬化性組成物は、必要に応じ、その他の成分を含んでいてもよい。

その他の成分としては、無機酸化物微粒子、シリコーン系あるいはフッ素系の防汚剤、滑り剤、重合禁止剤、シランカップリング剤、界面活性剤、増粘剤、レベリング剤等が挙げられる。

その他の成分の含有量は、硬化性樹脂組成物の全固形分に対して０～３０質量％の範囲であることが好ましく、０～２０質量％の範囲であることがより好ましく、０～１０質量％の範囲であることが特に好ましい。

[0066] 本発明における疎水性絶縁膜の膜厚には特に限定はないが、５０ｎｍ～１０μｍが好ましく、より好ましくは１００ｎｍ～１μｍである。前記疎水性絶縁膜の膜厚が上記範囲であると、絶縁性と駆動電圧とのバランスの点で好ましい。

[0067] （疎水性絶縁膜の作製方法）

本発明における疎水性絶縁膜は、第１基板の導電性の表面側（例えば、第１基板が導電膜を有する場合には少なくとも導電膜上）に前記シロキサン化合物を含有する硬化性組成物を用いて硬化性層を形成する硬化性層形成工程と、形成された硬化性層中のシロキサン化合物を重合させて該硬化性層を硬化させる硬化工程と、を有する方法により好適に作製できる。これにより、架橋構造を有する疎水性絶縁膜が作製される。

[0068] 前記第１基板上への硬化性層の形成は、公知の塗布法又は転写法により行うことができる。

塗布法の場合、第１基板上に硬化性組成物を塗布して（更に、好ましくは乾燥させて）硬化性層を形成する。前記塗布の方法には特に制限はなく、例えば、スピンコート法、スリットコート法、ディップコート法、エアーナイフコート法、カーテンコート法、ローラーコート法、ワイヤーバーコート法、グラビアコート法、エクストルージョンコート法等の公知の方法を用いることができる。

転写法の場合、予め、前記硬化性組成物を用いて形成された硬化性層を有する転写材料を準備しておき、該転写材料の硬化性層を第１基板上に転写することにより、第１基板上に硬化性層を形成する。転写法の詳細については、例えば、特開２００８－２０２００６号公報の段落００９４～０１２１や、特開２００８－１３９３７８号公報の段落００７６～００９０を参照することができる。

[0069] 前記硬化性層の硬化（不飽和二重結合を有するポリシロキサン化合物の重合）は、例えば、活性エネルギー線の照射（以下、「露光」ともいう）及び加熱の少なくとも一方によって行うことができる。

前記露光に用いられる活性エネルギー線としては特に限定はなく、紫外線（ｇ線、ｈ線、ｉ線等）、電子線、Ｘ線が好ましく用いられる。前記露光は、プロキシミティ方式、ミラープロジェクション方式、ステッパー方式等の公知の露光装置を用いて行ってもよい。

前記露光における露光量は適宜設定できるが、例えば、１０ｍＪ／ｃｍ^2～２０００ｍＪ／ｃｍ^{2}とすることができ、５０ｍＪ／ｃｍ^2～１０００ｍＪ／ｃｍ^{2}が好ましい。

また、前記露光の際、所定のフォトマスクを介して露光し、次いでアルカリ溶液などの現像液を用いて現像することにより、所望とするパターンにパターニングされた疎水性絶縁膜を得ることも可能である。

[0070] 前記加熱は、例えばホットプレートや炉を用いた公知の方法により行うことができる。

加熱温度は適宜設定できるが、例えば、１００℃～２８０℃とすることができ、１５０℃～２５０℃が好ましい。加熱時間も適宜設定できるが、例えば、２分～１２０分とすることができ、５分～６０分が好ましい。

[0071] ＜第１基板、第２基板＞

本発明における第１基板は、少なくとも一方の表面の少なくとも一部が導電性を有する基板である。

本発明における第２基板は、前記第１基板の導電性の表面に対向するように配置される基板である。

[0072] 本発明における光学素子を画像表示装置や可変焦点レンズに用いる観点からは、前記第１基板及び前記第２基板の少なくとも一方は、光透過性を有していることが好ましく、具体的には、３８０ｎｍ～７７０ｎｍの波長領域全域に渡り透過率が８０％以上（より好ましくは９０％以上）であることが好ましい。

[0073]（第１基板）

前記第１基板は、少なくとも一方の表面の少なくとも一部が導電性を有していれば特に限定はない。この導電性の表面が、光学素子における電極として機能する。

ここで「導電性」としては電圧を印加できる程度の性質であれば特に制限はないが、例えば、表面抵抗５００Ω／□以下（好ましくは７０Ω／□以下、より好ましくは６０Ω／以下、更に好ましくは５０Ω／□以下）の性質が好適である。

前記第１基板は、単一構成の導電性基板（金属基板等）であってもよいし、支持基板と支持基板上に設けられた導電膜（パターニングされた導電膜であってもパターニングされていない導電膜であってもよい）とを有する構成の基板であってもよい。

中でも、本発明における光学素子を画像表示装置や可変焦点レンズに用いる観点からは、第１基板の構成は、支持基板と支持基板上に設けられた導電膜とを有する構成であることが好ましい。この形態では、第１基板における導電性の表面は、導電膜の表面に相当する。

[0074] 前記支持基板としては、ガラス基板（例えば、無アルカリガラス基板、ソーダガラス基板、パイレックス（登録商標）ガラス基板、石英ガラス基板等）、プラスチック基板（例えば、ポリエチレンナフタレート（ＰＥＮ）基板、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）基板、ポリカーボネート（ＰＣ）基板、ポリイミド（ＰＩ）基板等）、アルミ基板やステンレス基板等の金属基板、シリコン基板等の半導体基板等を用いることができる。中でも、光透過性の観点から、ガラス基板又はプラスチック基板が好ましい。

また、前記支持基板としては、薄膜トランジスタ（ＴＦＴ）が設けられたＴＦＴ基板を用いることもできる。この場合には、前記導電膜がＴＦＴに接続された形態（即ち、前記導電膜が、ＴＦＴに接続された画素電極である形態）が好適である。これにより、画素ごとに独立して電圧を印加できるようになり、ＴＦＴを備えた公知の液晶表示装置と同様に、画像表示装置全体の

アクティブ駆動が可能となる。

前記ＴＦＴ基板における、ＴＦＴ、各種配線、積蓄容量等の配置については、公知の配置とすることができ、例えば、特開２００９－８６６６８号公報に記載された配置を参照することができる。

[0075] 前記導電膜の比抵抗には特に制限はないが、例えば、１．０×１０$^{-3}$Ω・ｃｍ以下とすることができる。

[0076] 前記導電膜としては、金属膜を用いることもできるが、光透過性の観点からは、透明導電膜が好ましい。

前記透明導電膜は、３８０ｎｍ～７７０ｎｍの波長領域全域に渡り透過率が８０％以上（より好ましくは９０％以上）であることが好ましい。

前記透明導電膜としては、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ（Ｉｎｄｉｕｍ Ｔｉｎ Ｏｘｉｄｅ）とも呼ばれている）、酸化インジウム亜鉛（ＩＺＯ（Ｉｎｄｉｕｍ Ｚｉｎｃ Ｏｘｉｄｅ）とも呼ばれている）、酸化スズ、酸化インジウム、酸化ジルコニウム、酸化亜鉛、酸化カドミウム、及び酸化マグネシウムの少なくとも１種を含む膜が挙げられる。

中でも、前記透明導電膜としては、酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）を含む膜であることが、光透過性及び導電性の観点から好ましい。

酸化インジウムスズ（ＩＴＯ）を含む膜における酸化スズの添加量は、５～１５質量％の範囲が、抵抗値を小さくするためには好ましく、８～１２質量％がさらに好ましい。

[0077] （第２基板）

前記第２基板としては特に限定はなく、例えば、上記支持基板として例示した基板を用いることができる。

また、前記第２基板としては、前記第１基板と同様に、少なくとも一方の表面の少なくとも一部が導電性を有する基板を用いることもでき、この場合の第２基板の好ましい形態は前記第１基板の好ましい形態と同様である。

[0078] 前記第２基板が導電膜を有する形態では、該導電膜が、例えば、親水性液体に電位を付与するための電極として機能する。

本発明の光学素子を画像表示装置の画素として用いる場合の特に好ましい形態として、第２基板の導電膜に複数画素に渡る共通の電位を付与する一方、第１基板の導電膜表面には画素ごとに独立した電位を付与することで、各画素に独立した電圧を印加する形態である。この形態については、公知の液晶表示装置の形態を参照することができる。

[0079] ＜オイル＞

本発明におけるオイルは、非導電性のオイルである。

前記オイルは、単一成分のオイルであってもよいし、二種以上の成分を含むオイル（オイル組成物）であってもよい。

また、「非導電性」については特に限定はないが、例えば比抵抗１０^{6}Ω・ｃｍ以上（好ましくは１０^{7}Ω・ｃｍ以上）の性質を指す。

[0080] また、前記オイルは、比誘電率が小さいことが好ましい。

具体的には、前記オイルの比誘電率は１０．０以下の範囲が好ましく、２．０～１０．０の範囲であることがより好ましい。この範囲内であると、比誘電率が１０．０を超える場合と比較して、応答速度が速くより低い電圧で駆動（動作）させ得る点で好ましい。

ここで、比誘電率は、オイルをセルギャップ１０μｍのＩＴＯ透明電極付きガラスセルに注入し、得られたセルの電気容量を、エヌエフ株式会社製の型式２３５３ＬＣＲメーター（測定周波数：１ｋＨｚ）を用いて２０℃、４０％ＲＨにて測定される値である。

[0081] また、前記オイルの粘度としては、２０℃での動的粘度で１０ｍＰａ・ｓ以下であることが好ましい。中でも、該粘度は、０．０１ｍＰａ・ｓ以上が好ましく、更には０．０１ｍＰａ・ｓ以上８ｍＰａ・ｓ以下がより好ましい。前記オイルの粘度が１０ｍＰａ・ｓ以下であることで、粘度が１０ｍＰａ・ｓを超える場合と比較して、応答速度が速くより低い電圧で駆動させ得る点で好ましい。

なお、前記動的粘度は、粘度計（５００型、東機産業（株）製）を用いて２０℃に調整して測定される値である。

[0082] 前記オイルは、実質的に、後述の親水性液体と混ざり合わないことが好ましい。

具体的には、オイルの親水性液体に対する溶解度（２５℃）は、０．１質量％以下が好ましく、０．０１質量％以下がより好ましく、０．００１質量％以下が特に好ましい。

[0083] 前記オイルは、溶媒として、非極性溶媒の少なくとも一種を含有することが好ましい。ここで、非極性溶媒とは、比誘電率の値が小さい溶媒（いわゆる無極性溶媒）をいう。

前記非極性溶媒としては、例えば、ｎ－ヘキサン、ｎ－デカン、ドデカン、テトラデカン、ヘキサデカン等の脂肪族炭化水素系溶媒（好ましくは、炭素数６～３０の脂肪族炭化水素系溶媒）；前記脂肪族炭化水素系溶媒がフッ素で置換された溶媒（例えばフルオロカーボンオイル等）；シリコーン系溶媒（例えばシリコーンオイル等）；等が挙げられる。中でも、脂肪族炭化水素系溶媒が好ましい。

前記非極性溶媒の含有量は、オイルに含まれる溶媒の全量に対して、７０質量％以上が好ましく、９０質量％以上がより好ましい。非極性溶媒の含有量が７０質量％以上であることで、より優れた光シャッター特性を発現させることができる。また、オイルが色材を含有する場合には、オイルへの色材の溶解性がより良好に保たれる。

[0084] （色材）

例えば、本発明の光学素子を画像表示装置の画素として用いる場合には、前記オイルは色材の少なくとも１種を含有することが好ましい。

前記色材としては特に制限はなく、前記非極性溶媒に対して溶解性、分散性を有する色素の中から、本発明の効果を損なわない範囲で任意に選択することができる。

前記色材としては、前記非極性溶媒に対し溶解性を示す染料又は顔料が好ましく、染料がより好ましい。

[0085] 前記色材としては特に限定はないが、例えば、画像表示装置用カラーフィ

ルタ（例えば、液晶表示装置用カラーフィルタや固体撮像素子用カラーフィルタ等）の分野で公知の色素のうち、非極性溶媒に溶解するものを適宜選択して用いることができる。

前記色素としては、例えば、メチン系色素（例えば、ピラゾロンメチン系色素、ピリドンメチン系色素、イソオキサゾロンメチン系色素、イソオキサゾリンメチン系色素、等）、アゾメチン系色素（例えば、ピラゾロン系アゾメチン色素、ピリドン系アゾメチン色素、イソオキサゾロン系アゾメチン色素、ピロロトリアゾール系アゾメチン色素、ピラゾロントリアゾール系アゾメチン色素、ナフトール系アゾメチン色素、等）、アゾ系色素（例えば、モノアゾ系色素、ビスアゾ系色素、ベンゾチアゾリルモノアゾ系色素、ピラゾールアゾ系色素、アニリノアゾ系色素、ピラゾロトリアゾールアゾ系色素、ピリドンアゾ系色素）、ジピロメテン系色素、アントラキノン系色素、トリフェニルメタン系色素、アンスラピリドン系色素、ベンジリデン系色素、オキソノール系色素、シアニン系色素、フェノチアジン系色素、キサンテン系色素、フタロシアニン系色素、ベンゾピラン系色素、インジゴ系色素、等の各種の色素を挙げることができる。

前記色素として、より具体的には、Ｏｉｌ Ｂｌｕｅ Ｎ（アルキルアミン置換アントラキノン）、Ｓｏｌｖｅｎｔ Ｇｒｅｅｎ、Ｓｕｄａｎ Ｒｅｄ、Ｓｕｄａｎ Ｂｌａｃｋなどが挙げられる。

また、前記色材としては、国際公開第２０１１／１１１７１０号パンフレット、国際公開第２００８／１４２０８６号パンフレット、特開２００９－１３８１８９号公報に記載の色材も好ましく用いることができる。

[0086] 前記色素は公知の方法に準じて合成することができる。

例えば、前記アゾメチン系色素の合成は、ジャーナル・オブ・アメリカン・ケミカル・ソサイエティ（Ｊ．Ａｍ．Ｃｈｅｍ．Ｓｏｃ．），１９５７年、７９巻、５８３頁、特開平９－１００４１７号公報、特開２０１１－１１６８９８号公報、特開２０１１－１２２３１号公報、特開２０１０－２６０９４１号公報、特開２００７－２６２１６５号公報などに記載の方法に準じ

て行なうことができる。

また、ピラゾロンメチン系色素の合成は、例えば、特開２００８－２４８１２３号公報、特開平２－３４５０号公報、特開昭４９－１１４４２０号公報、特許第２７０７３７１号、特開平５－４５７８９号、特開２００９－２６３５１７号、特開平３－７２３４０号などに記載の方法に準じて行なうことができる。

また、イソオキサゾロンメチン系色素の合成は、例えば、特許第２７０７３７１号、特開平５－４５７８９号、特開２００９－２６３５１７号、および特開平３－７２３４０号、など記載の方法に準じて行なうことができる。

また、モノアゾ系色素、ビスアゾ系色素、及びアントラキノン色素の合成は、例えば、細田豊著「新染料化学」（昭和４８年１２月２１日技報堂発行）、A.V.Ivashchenko著、Dichroic Dyes for Liquid Crystal Displays、CRC Press、1994年、Bulletin of the Chemical Society of Japan, 第７６巻、第６０７－６１２頁、２００３年、Bulletin of the Chemical Society of Japan, 第７２巻、第１２７－１３２頁、１９９９年、など記載の方法に準じて行なうことができる。

また、ジピロメテン系色素の合成は、例えば、特開２００８－２９２９７０号公報に記載の方法に準じて合成することができる。

また、アゾ系色素の合成は、特許第４４０８３８０号、特許第４６４２４０３号、特許第４３５７３８３号、特許第４３５９５４１号、特開２００６－９１１９０号、特開２００７－３１６１６号、特開２００７－３９４７８号、特許第４５９７８０６号、特開２００２－３７１０７９号、及び特許第４６６６８７３号の各公報などに示す公知の方法で製造することができる。

[0087] 前記色材は、１種単独で用いてもよいし２種以上を併用してもよい。

オイルが色材を含有する場合、色材の含有量は特に制限されるものではなく、その目的に応じて任意の濃度で調製することができる。

前記色材の含有量は、オイル全質量に対して、例えば０．２質量％以上とすることができ、必要とされるεＣ値（εはオイルの吸光係数）に応じて溶

媒（例えば非極性溶媒）により希釈して用いられる。

色相や色濃度の観点から、前記色材の含有量は、オイル全質量に対して、２０質量％以上が好ましく、３０質量％以上がより好ましく、４０質量％以上が更に好ましく、５０質量％以上が特に好ましい。

[0088] 前記オイルは、必要に応じ、紫外線吸収剤、酸化防止剤等の各種添加剤を含んでいてもよい。添加剤の含有量に特に制限はないが、通常、オイルの全質量に対して２０質量％以下程度で用いられる。

[0089] ＜親水性液体＞

本発明における親水性液体は、導電性の親水性液体である。

ここで「導電性」については特に限定はないが、例えば比抵抗10^5Ω・ｃｍ以下（好ましくは10^4Ω・ｃｍ以下）の性質を指す。

[0090] 前記親水性液体は、例えば、電解質及び水性溶媒を含んで構成される。

前記電解質としては、例えば、塩化ナトリウム、塩化カリウム、テトラブチルアンモニウムクロリド等の塩が挙げられる。

親水性液体中における電解質の濃度は、０．１～１０ｍｏｌ／Ｌが好ましく、０．１～５ｍｏｌ／Ｌがより好ましい。

[0091] また、前記親水性液体は、水性溶媒として、水以外の水性溶媒を含んでいてもよい。水以外の水性溶媒としては、エタノール等のアルコール系溶媒が挙げられる。

[0092] ＜その他の部材＞

本発明の光学素子は、第１基板上に、セルの領域を確定する隔壁を有することが好ましい。この隔壁は、既述のとおり、第２基板に接していてもよいし、第２基板に接していなくてもよい。

前記隔壁は樹脂を含むことが好ましく、例えば、液晶表示装置等の画像表示装置に用いられる公知の隔壁と同様の構成とすることができる。

前記隔壁は、例えば、感光性レジストや感光性フィルムを用いた公知のフォトリソグラフィー法によって形成することができる。

[0093] 本発明の光学素子は、更に必要に応じ、親水性液体と第１基板の導電性の

表面との間に電圧を印加するための電圧印加手段（例えば電源）、セルギャップ（第１基板に設けられた疎水性絶縁膜表面と第２基板との距離）を確保するためのスペーサー等のその他の部材を有していてもよい。本発明の光学素子に用いられることがあるその他の部材としては、例えば、液晶表示装置等の画像表示装置に用いられる公知の部材を用いることができる。

[0094] なお、本発明におけるセルのセルギャップ（第１基板に設けられた疎水性絶縁膜表面と第２基板との距離）には特に制限はないが、例えば、３μｍ～１００μｍの範囲で適宜設定することができる。

また、本発明におけるセルのセル面積は、１００μｍ^2～１００ｃｍ^{2}の範囲が好ましく、より好ましくは５００μｍ^2～１０ｃｍ^{2}の範囲であり、特に好ましくは１０００μｍ^2～１ｃｍ^{2}の範囲である。

また、本発明におけるセル内は、オイルと親水性液体とで満たされていることが好ましい。オイルと親水性液体との体積比率（オイル：親水性液体）は、好ましくは１：１０００～１：０．１、より好ましくは１：１００～１：１、特に好ましくは１：５０～１：２である。

[0095] ≪画像表示装置≫

本発明の画像表示装置は、既述の本発明の光学素子を有する画素を備え、前記オイルが色材を含有する。

本発明の画像表示装置は、既述の本発明の光学素子を有する画素を備えているので、電圧オン及び電圧オフを繰り返したときの疎水性絶縁膜の劣化が抑制され、繰り返し駆動時の耐久性に優れる。

[0096] 本発明の画像表示装置の好ましい形態については前述のとおりである。

より具体的には、本発明の画像表示装置は、公知の液晶表示装置の構成における液晶を、オイル及び親水性液体に置き換えた構成とすることができる。これにより、従来の液晶表示装置と同様に駆動させることができる。

即ち、本発明の画像表示装置は、本発明の光学素子を有する画素に加え、必要に応じ、バックライト、セルギャップ調整用のスペーサー、封止用のシール材等、公知の液晶表示装置と同様の部材を備えて構成することができる

。

[0097] このとき、オイル及び親水性液体は、例えば、第１基板上の隔壁によって区画された領域に、インクジェット法により付与して設けることができる。

本発明の画像表示装置は、例えば、前記第１基板を準備する第１基板準備工程と、前記第１基板の導電性表面側に前記疎水性絶縁膜を形成する工程と、前記第１基板の前記疎水性絶縁膜形成面上を区画する隔壁を形成する隔壁形成工程と、前記隔壁により区画された領域に、（例えばインクジェット法により）前記オイル及び前記親水性液体をこの順に付与する付与工程と、前記付与工程後の前記第１基板のオイル及び親水性液体が付与された側に前記第２基板を重ねてセルを形成するセル形成工程と、（更に必要に応じ、第１基板と第２基板とを前記セルの周囲で接着することにより、前記セルを封止する封止工程と、）を有する方法が挙げられる。

第１基板と第２基板との接着は、液晶表示装置の作製に通常用いられるシール材を用いて行うことができる。

また、隔壁形成工程の後であってセル形成工程の前に、セルギャップ調整用のスペーサーを形成するスペーサー形成工程が設けられていてもよい。

実施例

[0098] 以下、本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はその主旨を越えない限り、以下の実施例に限定されるものではない。なお、特に断りのない限り、「部」及び「％」は質量基準である。

[0099]〔実施例１～１８〕

＜硬化性組成物Ａ１～Ａ１８の調製＞

下記表１及び表２に示す種類及び量の重合性単量体及び重合開始剤をメチルエチルケトンに溶解させて固形分３０％溶液を調製した後、さらに重合禁止剤として４－ヒドロキシー２，２，６，６－テトラメチルピペリジン－１－オキシルフリーラジカル（東京化成社製）を重合性単量体に対して２００ｐｐｍ（０．０２％）となるように加えた。得られた溶液を０．１μｍのテトラフロロエチレン製フィルターでろ過し、硬化性組成物Ａ１～Ａ１８をそ

れぞれ調製した。

[0100] [表1]

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10
組成物		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
重合性単量体	S-(1)	97	70	50	30	50					60
	S-(5)						50				
	S-(6)							50			
	S-(13)								50		
	S-(14)									50	
	S-(16)										
	S-(17)										
	M-1		27	47	67						
	M-2					47	47	47	47	47	
	M-3										37
	M-4										
	M-5										
開始剤	P-1	3	3	3	3						
	P-2					3	3	3	3	3	3

[0101] [表2]

		実施例11	実施例12	実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	比較例1	比較例2	比較例3
組成物		A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	P-1	P-2	P-3
重合性単量体	S-(1)	60	60	40								70
	S-(5)											
	S-(6)			20								
	S-(13)											
	S-(14)											
	S-(16)				50							
	S-(17)					97	70	50	20			
	M-1				47		27	47	77			30
	M-2									97		
	M-3											
	M-4	37									97	
	M-5		37	37								
開始剤	P-1				3	3	3	3	3	3	3	
	P-2	3	3	3								

[0102] （表１及び表２の説明）

・表１及び表２に示す各成分の数値は質量比である。

・表１及び表２に示す重合性単量体及び開始剤の詳細は以下のとおりである。

[0103]（重合性単量体）

Ｍ－１：ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（ＫＡＹＡＲＡＤ　ＤＰＨＡ、日本化薬（株）製）（多官能性化合物）

Ｍ－２：ペンタエリスリトールテトラアクリレート（ＡＴＭＭＴ、新中村化学（株）製）（多官能性化合物）

Ｍ－３：２，２，２－トリフルオロエチルアクリレート（Ｖ－３Ｆ、大阪有機化学工業（株）製）（単官能性化合物）

Ｍ－４：ステアリルアクリレート（東京化成工業（株）製）（単官能性化合物）

Ｍ－５：エチレングリコールジアクリレート（Ａｌｄｒｉｃｈ社製）（多官能性化合物）

Ｓ－（１６）：ＫＦ－１００Ｔ（信越化学工業（株）製）

Ｓ－（１７）：ＴＥＧＯ　Ｒａｄ２０１０（エボニックデグサジャパン（株）製）

[0104]（開始剤（光重合開始剤））

Ｐ－１：２－ヒドロキシ－２－メチル－１－フェニル－１－プロパン－１－オン（ＢＡＳＦ社製、Ｄａｒｏｃｕｒ１１７３）

Ｐ－２：（２－ジメチルアミノ－２－（４－メチルベンジル）－１－（４－モルフォリン－４－イルフェニル）ブタン－１－オン（ＢＡＳＦ社製、Ｉｒｇａｃｕｒｅ３７９ＥＧ）

[0105]＜オイルの調製＞

下記組成中の成分を混合し、オイルを得た。

得られたオイルは黒色であり、その動的粘度（２０℃）を粘度計で測定したところ、７．９ｍＰａ・ｓであった。

以下、オイルを「黒インク」とも称することがある。

[0106]－オイル（黒インク）の組成－

下記色素Ｙ１　…　２６０ｍｇ

下記色素Ｍ１　…　２００ｍｇ

下記色素Ｍ２　…　１６０ｍｇ

下記色素Ｃ１　…　３００ｍｇ

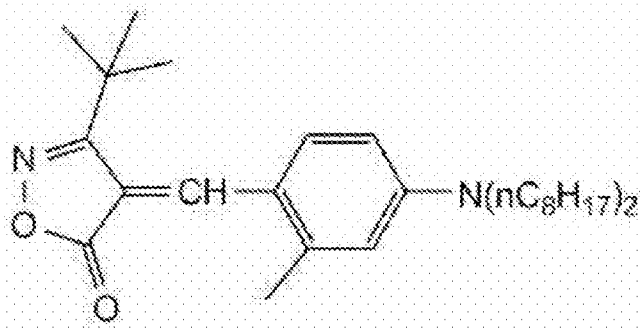
下記色素Ｃ２　…　１００ｍｇ

ｎ－デカン　…　４０８０ｍｇ

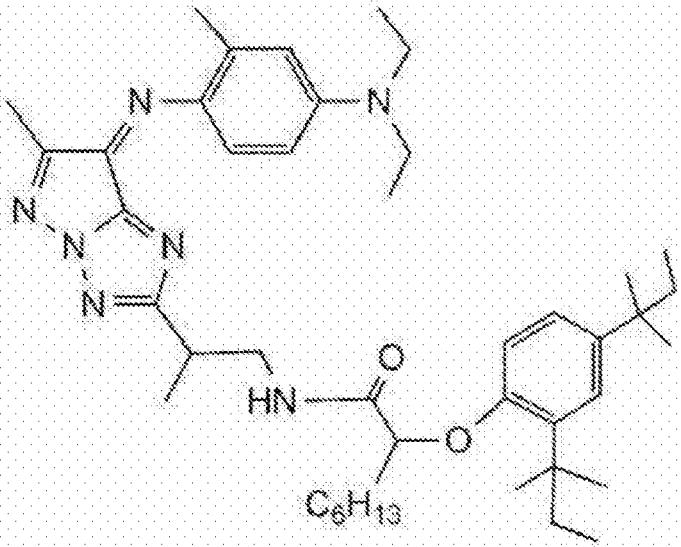
[0107]

[化5]

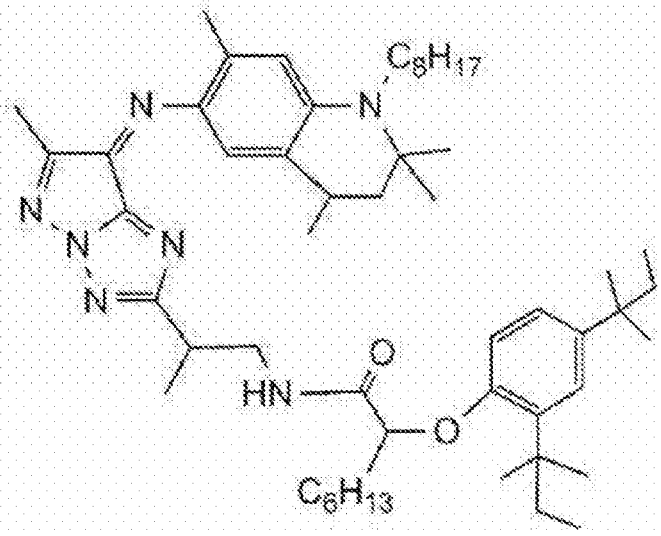
色素Y1



色素M1

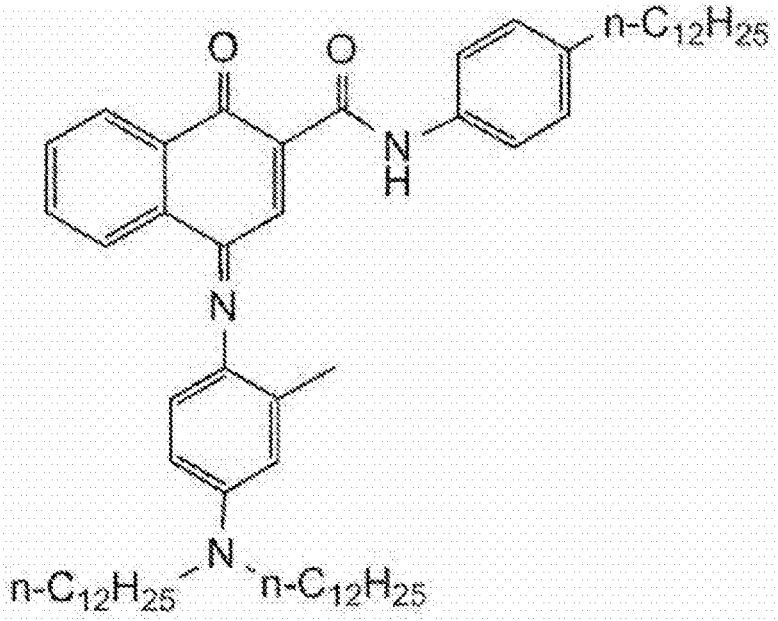


色素M2

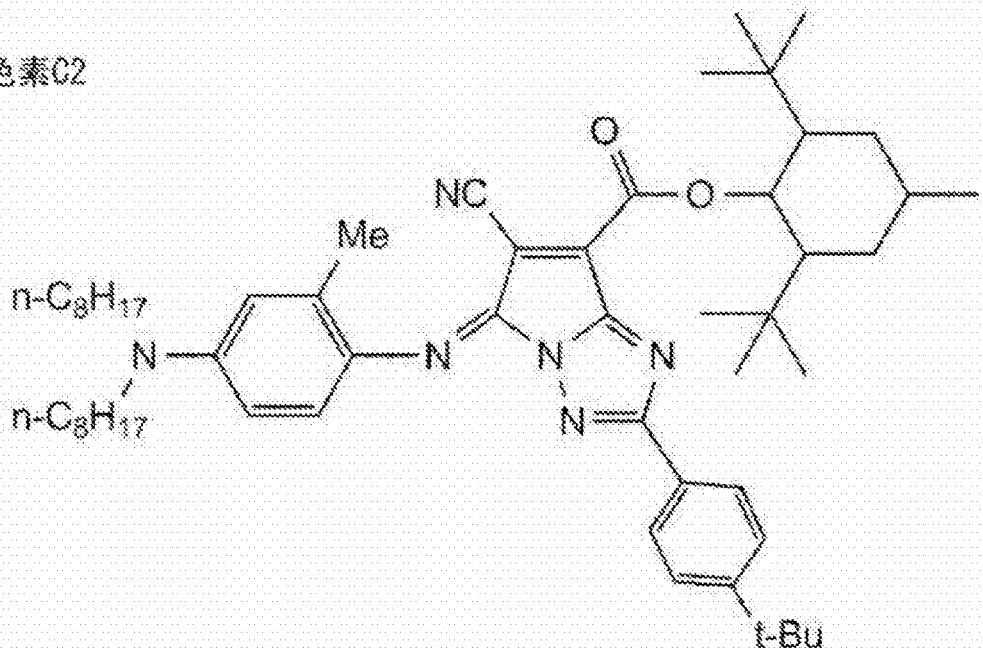


[0108] [化6]

色素C1



色素C2



[0109] ＜テストセルの作製＞

以下のようにして、図４に示す構造の光学素子（テストセル３００）を作製した。

図４は、本実施例に用いたテストセルの概略断面図である。

まず、第１基板２１１として、膜厚１００ｎｍの酸化インジウムスズ膜（ＩＴＯ膜；透明電極）２１１ｂが形成されたガラス基板（１ｃｍ角）２１１ａを準備した。

このガラス基板２１１ａのＩＴＯ膜２１１ｂ上に、上記で得られた硬化性組成物Ａ１～Ａ１８及びＰｒ－１～Ｐｒ－３のいずれか１つを塗布して塗布層を形成し、引き続き、ＶＣＤ（真空乾燥装置、東京応化工業社製）で３０秒間、溶媒の一部を乾燥して塗布層の流動性を無くした後、１２０℃で３分間プリベーク処理して硬化性組成物層を得た。得られた硬化性組成物層に対し、窒素雰囲気下、超高圧水銀灯を用いて露光量３００ｍＪ／ｃｍ^{2}で露光することで、硬化性組成物層に含まれるポリシロキサン化合物を重合させて硬化性組成物層を硬化させた。更に、露光後の硬化性組成物層に対し、２４０℃で５０分間加熱処理を施した。

以上により、ＩＴＯ膜２１１ｂ上に、ポリシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する疎水性絶縁膜２２０（架橋膜；膜厚１００ｎｍ）を形成した。

形成された疎水性絶縁膜２２０上に、厚み２０μｍのフォトレジストフィルム（日立化成社製、商品名フォトキャスト）を重ねた後、格子状パターンを有するフォトマスク（格子の大きさ２００μｍ角、格子の線幅２０μｍ）を介して上記フォトレジストフィルムを露光し、アルカリ現像処理を行うことで隔壁（高さ２０μｍ、幅２０μｍ）２２３を作製した。

隔壁形成後のガラス基板の縁に、シール材２３２として、厚み４０μｍ、幅１ｍｍのシリコンゴム（扶桑ゴム社製、商品名シリウス）を置いた。

次に、隔壁に２２３よって区画された領域に、オイル２１６として、上記で得られたオイル（黒インク）を、厚み４μｍとなるようにインクジェット法により注入し、その上に、親水性液体２１４としての電解液（ＮａＣｌの濃度が１ｍｏｌ／ＬのＮａＣｌ水溶液）を厚み３６μｍとなるよう注入した。

その上に、ＩＴＯ膜２１２ｂが設けられたガラス基板２１２ａ（第２基板２１２）を、ＩＴＯ膜２１２ｂが親水性液体２１４（電解液）側となるように置き、疎水性絶縁膜２２０が設けられた第１基板２１１と第２基板２１２とを、シリコンゴム（シール材２３２）によって固定した。

以上のようにして、図４に示すテストセル３００を作製した。

[0110] ＜疎水性撥水膜上におけるＥＷＤ駆動の評価＞

得られたテストセル３００では、電圧を印加しない状態（電圧オフ状態）では、黒インク（オイル２１６）が疎水性絶縁膜２２０上に広がっており、黒色の状態であった（図４）。

このテストセル３００の上下の透明電極（ＩＴＯ膜２１２ｂ及びＩＴＯ膜２１１ｂ）をそれぞれ信号発生器に接続して、直流電圧１５Ｖを印加した状態を目視で観察し、下記評価基準に従って評価した。

評価結果を下記表３に示す。

[0111] －駆動性の評価基準－

Ａ　：　電圧印加により、黒インクの収縮が見られた。

Ｂ　：　電圧印加により、黒インクの収縮は若干見られた。

Ｃ　：　電圧印加しても、黒インクの形状に変化は見られなかった。

[0112] 以上の電圧オン及び電圧オフのサイクル（直流電圧の印加時間３０秒、インターバル（電圧無印加の時間）３０秒）を５００回繰返し行った。

そして、このサイクルを５００回繰返し行った後に、電圧オン状態として黒インク（オイル２１６）を縮ませ、この状態を目視で観察し、下記評価基準に従って評価した。

評価結果を下記表３に示す。

[0113] －耐久性の評価基準－

Ａ　：　上記サイクルを５００回繰返し行った後の黒インクの縮み具合が、サイクル１回目における黒インクの縮み具合と同等であった。

Ｂ　：　上記サイクルを５００回繰返し行った後は黒インクがほとんど縮まず、上記サイクルを５００回繰返したことにより、電圧印加に対する応答

性が大幅に劣化した

[0114] 〔比較例１～３〕

実施例１の硬化性組成物Ａ１の調製における重合性単量体及び重合開始剤の種類及び量を、上記表２に示すように変更したこと以外は同様にして、比較組成物Ｐｒ－１～Ｐｒ－３を調製した。

更に、実施例１における硬化性組成物Ａ１を、比較組成物Ｐｒ－１～Ｐｒ－３のいずれか１つに変更したこと以外は実施例１と同様にしてテストセルを作製し、実施例１と同様の評価を行った。

評価結果を下記表３に示す。

[0115] 〔比較例４〕

実施例１のテストセルの作製において、硬化性組成物Ａ１を用いて作製された疎水性絶縁膜を、デュポン社製のテフロン（登録商標）ＡＦ－１６００を用いて作製された疎水性絶縁膜に変更したこと以外は実施例１と同様にしてテストセルを作製し、実施例１と同様の評価を行った。ここで、ＡＦ－１６００は、架橋構造を有しないアモルファスフルオロポリマーである。

評価結果を下記表３に示す。

[0116] 〔比較例５〕

実施例１のテストセルの作製において、硬化性組成物Ａ１を用いて作製された疎水性絶縁膜２２０を、旭硝子（株）製のサイトップ「ＣＴＬ－８０９Ｍ」を用いて作製された疎水性絶縁膜に変更したこと以外は実施例１と同様にしてテストセルを作製し、実施例１と同様の評価を行った。ここで、サイトップは、架橋構造を有しないアモルファスフルオロポリマーである。評価結果を下記表３に示す。

[0117]

[表3]

	疎水性絶縁膜の材料	駆動性	耐久性
実施例1	組成物A1	A	A
実施例2	組成物A2	A	A
実施例3	組成物A3	A	A
実施例4	組成物A4	B	A
実施例5	組成物A5	A	A
実施例6	組成物A6	A	A
実施例7	組成物A7	A	A
実施例8	組成物A8	A	A
実施例9	組成物A9	A	A
実施例10	組成物A10	A	A
実施例11	組成物A11	A	A
実施例12	組成物A12	A	A
実施例13	組成物A13	A	A
実施例14	組成物A14	A	A
実施例15	組成物A15	A	A
実施例16	組成物A16	A	A
実施例17	組成物A17	A	A
実施例18	組成物A18	B	A
比較例1	組成物Pr－1	C	－
比較例2	組成物Pr－2	C	－
比較例3	組成物Pr－3	A	B
比較例4	AF－1600	A	B
比較例5	サイトップ	A	B

[0118] 表３に示すように、不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する疎水性絶縁膜を用いた実施例１～１８のテストセルは、比較例１～５のテストセルと比較して、ＥＷＤ駆動性、および繰り返し駆動に対する耐久性に優れていた。

[0119] 日本国特許出願（基礎日本出願の出願番号を書く）２０１２－１９７９５０号の開示はその全体が参照により本明細書に取り込まれる。

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、および技術規格は、個々の文献、特許出願、および技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

［請求項1］ 少なくとも一方の表面の少なくとも一部が導電性である第１基板と、

前記第１基板の導電性の表面に対向するように配置された第２基板と、

前記第１基板の導電性の表面と前記第２基板との間に設けられた、非導電性のオイル及び導電性の親水性液体と、

前記第１基板の導電性の表面側の少なくとも一部に設けられ、前記オイルと接触し、不飽和二重結合を有するシロキサン化合物に由来する架橋構造を有する疎水性絶縁膜と、を有するセルを備え、

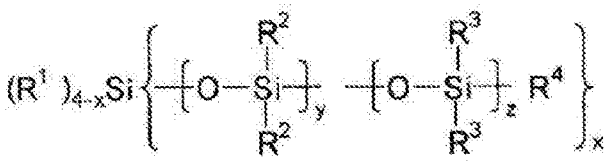
前記親水性液体と前記第１基板の導電性の表面との間に印加された電圧に応じ、前記オイルと前記親水性液体との界面の形状が変化する光学素子。

［請求項2］ 前記電圧に応じ、前記オイルと前記疎水性絶縁膜との接触面積が変化する請求項１に記載の光学素子。

［請求項3］ 前記疎水性絶縁膜は、前記シロキサン化合物を含有する硬化性組成物を硬化させることにより作製され、該シロキサン化合物の重合により形成された架橋構造を有する請求項１または請求項２に記載の光学素子。

［請求項4］ 前記シロキサン化合物が、一般式（１）で表される化合物である請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の光学素子。

［化1］



一般式(1)

〔一般式（１）中、Ｒ[1]～Ｒ[4]は、それぞれ独立に、炭素数１～２０

の有機基を表す。但し、Ｒ[1]、Ｒ[3]、及びＲ[4]のうち少なくとも１つは、不飽和二重結合を有する基である。Ｒ[1]～Ｒ[4]が複数存在する場合には、複数存在するＲ[1]～Ｒ[4]は同一であっても異なっていてもよい。ｘは１≦ｘ≦４を満たす整数を表し、ｙは１０≦ｙ≦５００を満たす整数を表し、ｚは０≦ｚ≦５００を満たす整数を表す。一般式（１）中、ｙ個の－ＯＳｉ（Ｒ[2]）$_2$－とｚ個の－ＯＳｉ（Ｒ[3]）$_2$－とからなる部位は、ランダム共重合により形成された部位であってもブロック共重合により形成された部位であってもよい。〕

［請求項5］ 請求項１～請求項４のいずれか１項に記載の光学素子を有する画素を備え、前記オイルが色材を含有する画像表示装置。

補正された請求の範囲
[2014年1月6日(06.01.2014)国際事務局受理]

[請求項1] （補正後） 少なくとも一方の表面の少なくとも一部が導電性である第１基板と、

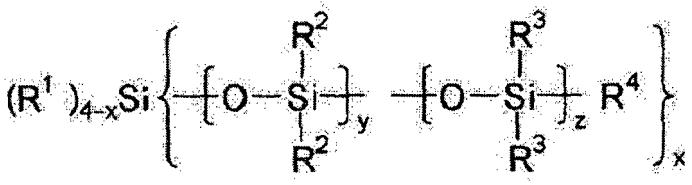
前記第１基板の導電性の表面に対向するように配置された第２基板と、

前記第１基板の導電性の表面と前記第２基板との間に設けられた、非導電性のオイル及び導電性の親水性液体と、

前記第１基板の導電性の表面側の少なくとも一部に設けられ、前記オイルと接触し、不飽和二重結合を有し、下記一般式（１）で表されるシロキサン化合物に由来する、架橋構造を有する疎水性絶縁膜と、を有するセルを備え、

前記親水性液体と前記第１基板の導電性の表面との間に印加された電圧に応じ、前記オイルと前記親水性液体との界面の形状が変化する光学素子。

[化１]



一般式(1)

〔一般式（１）中、Ｒ^{1}～Ｒ^{4}は、それぞれ独立に、炭素数１～２０の有機基を表す。但し、Ｒ^{1}、Ｒ^{3}、及びＲ^{4}のうち少なくとも１つは、不飽和二重結合を有する基である。Ｒ^{1}～Ｒ^{4}が複数存在する場合には、複数存在するＲ^{1}～Ｒ^{4}は同一であっても異なっていてもよい。ｘは１≦ｘ≦４を満たす整数を表し、ｙは１０≦ｙ≦５００を満たす整数を表し、ｚは０≦ｚ≦５００を満たす整数を表す。一般式（１）中、ｙ個の－ＯＳｉ（Ｒ^{2}）$_{2}$－とｚ個の－ＯＳｉ（Ｒ^{3}）$_{2}$－とからなる部位は、ランダム共重合により形成された部位であってもブロック共重

合により形成された部位であってもよい。]

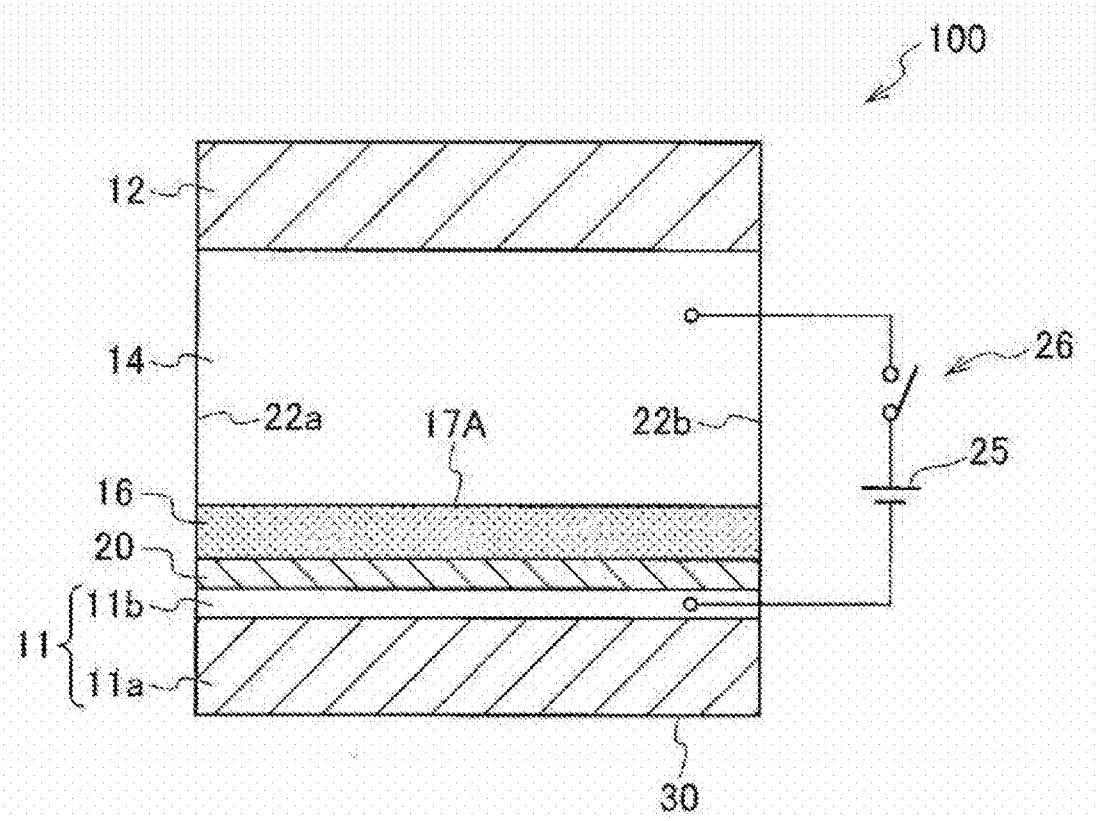
[請求項2] 前記電圧に応じ、前記オイルと前記疎水性絶縁膜との接触面積が変化する請求項１に記載の光学素子。

[請求項3] 前記疎水性絶縁膜は、前記シロキサン化合物を含有する硬化性組成物を硬化させることにより作製され、該シロキサン化合物の重合により形成された架橋構造を有する請求項１または請求項２に記載の光学素子。

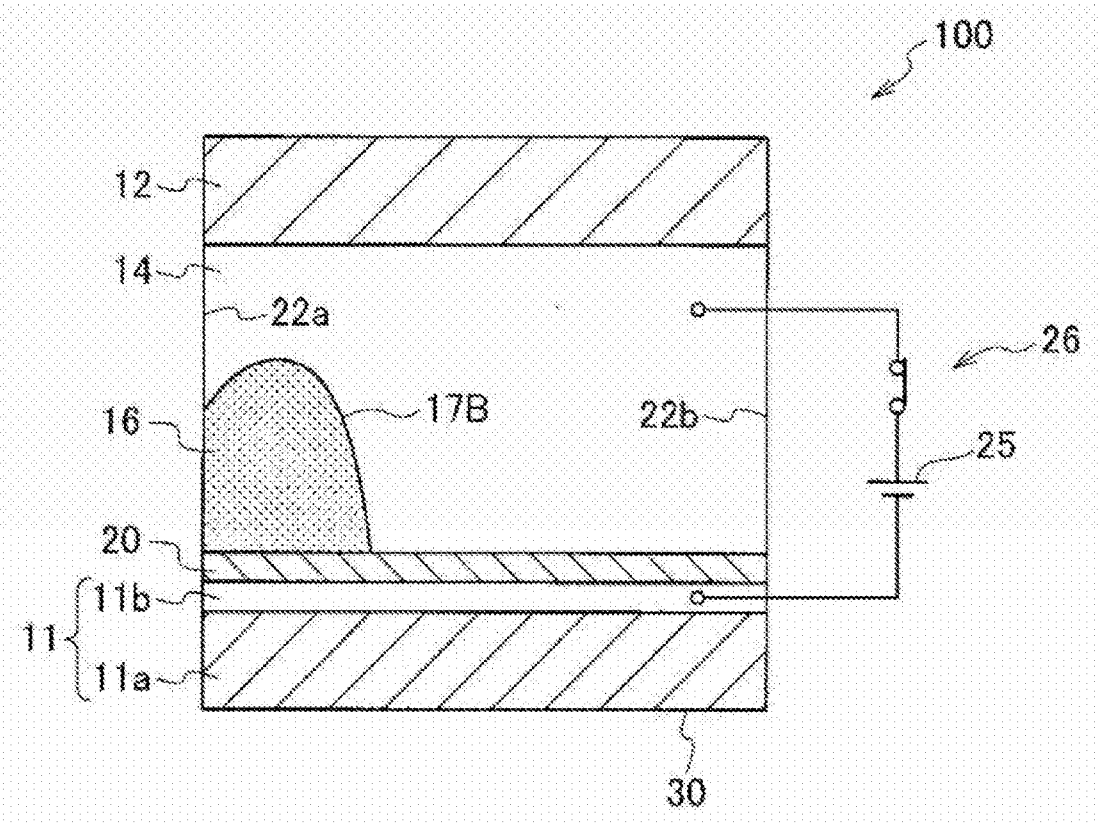
[請求項4] （削除）

[請求項5] （補正後） 請求項１～請求項３のいずれか１項に記載の光学素子を有する画素を備え、前記オイルが色材を含有する画像表示装置。

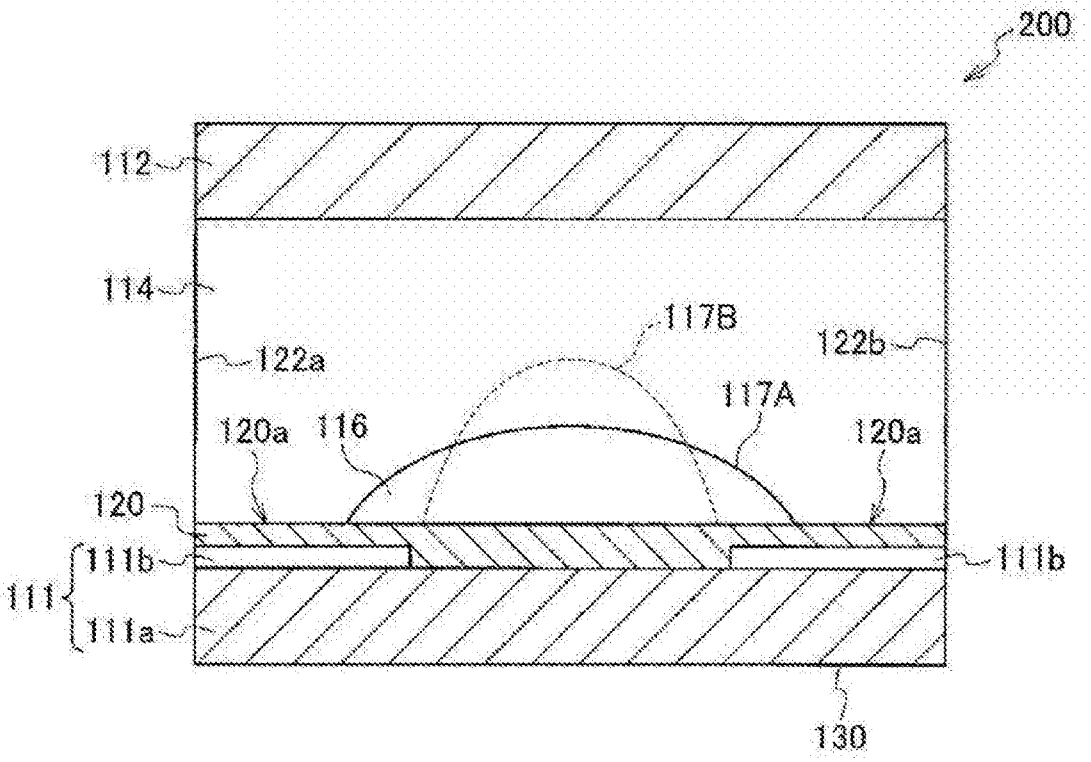
[図1]


100
12
14
22a
17A
22b
26
25
16
20
11b
11
11a
30

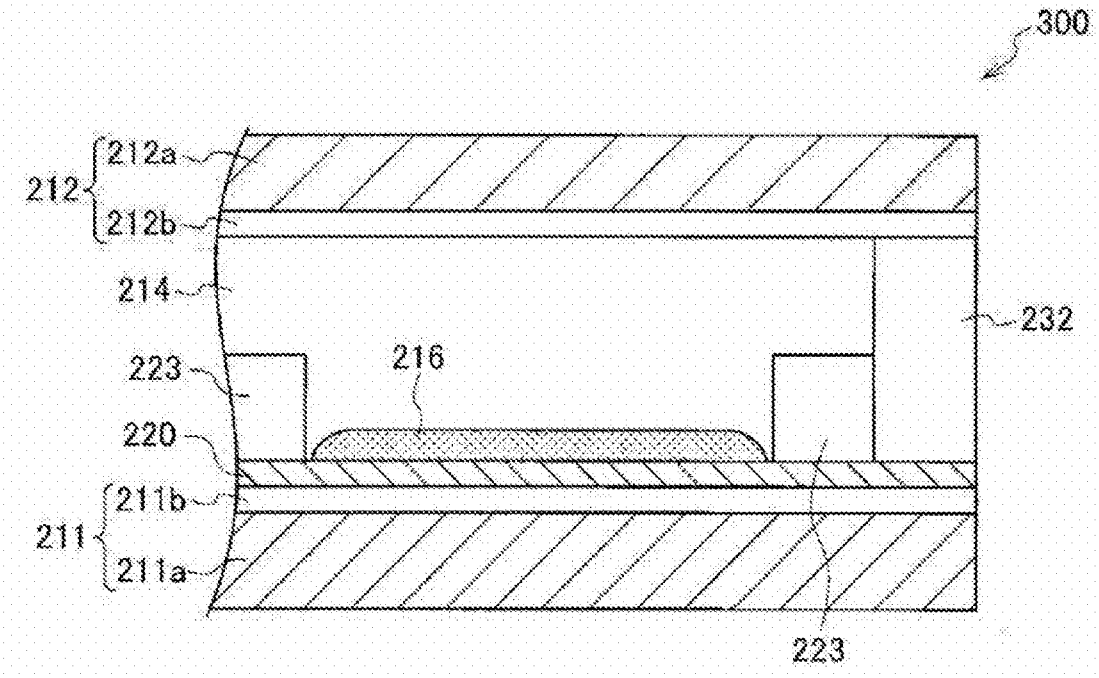
[図2]


100
12
14
22a
26
16
17B
22b
25
20
11b
11
11a
30

[図3]


200
112
114
117B
122b
122a
117A
120a
116
120a
120
111b
111b
111
111a
130

[図4]


300
212
212a
212b
214
232
223
216
220
211b
211
211a
223

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/071884

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02F1/17(2006.01)i, *G02B3/14*(2006.01)i, *G09F9/37*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02F1/17, G02B3/14, G09F9/37

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2009-525502 A (Varioptic), 09 July 2009 (09.07.2009), claims 1, 9; paragraphs [0001] to [0006], [0058], [0078] to [0085], [0220] to [0227]; fig. 1, 3 & US 2007/0177276 A1 & EP 1816491 A1 & EP 1991890 A & WO 2007/088453 A1 & KR 10-2008-0091790 A & CN 101395495 A	1-3 5 4
Y A	JP 2000-356750 A (Canon Inc.), 26 December 2000 (26.12.2000), paragraphs [0001], [0105]; fig. 1 & US 6603444 B1	5 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 November, 2013 (01.11.13)	12 November, 2013 (12.11.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/071884

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-252444 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 09 September 2004 (09.09.2004), paragraph [0001]; fig. 4 & US 2004/0196525 A1	5 4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７１８８４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02F1/17(2006.01)i, G02B3/14(2006.01)i, G09F9/37(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02F1/17, G02B3/14, G09F9/37

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2009-525502 A（バリオプテイツク）2009.07.09, 請求項１，９、段落【０００１】－【０００６】,【００５８】, 【００７８】－【００８５】,【０２２０】－【０２２７】、図１，３ & US 2007/0177276 A1 & EP 1816491 A1 & EP 1991890 A & WO 2007/088453 A1 & KR 10-2008-0091790 A & CN 101395495 A	1-3 5 4
Y A	JP 2000-356750 A（キヤノン株式会社）2000.12.26, 段落【０００１】,【０１０５】、図１ & US 6603444 B1	5 4

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０１．１１．２０１３	１２．１１．２０１３

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｌ　３４１１
磯野　光司
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９３

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2004-252444 A（富士写真フイルム株式会社）2004.09.09,	5
A	段落【０００１】、図４	4
	& US 2004/0196525 A1	